



2022年度

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）／車線別プローブ等を活用した自動運転制御の技術検討及び評価」

成果報告書

2023年3月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

本報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が管理法人を務め、内閣府が実施した「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期/自動運転(システムとサービスの拡張)」(NEDO管理番号: JPNP18012)の成果をまとめたものです。

＜目 次＞

まえがき	5
和文要約	6
英文要約	7
1. 調査研究の概要	8
1.1 事業目的	8
1.1.1 車線レベル道路交通情報の必要性	8
1.1.2 本施策のスコープ	9
1.1.3 対象ユースケースと情報提供のメリット	10
1.1.4 将来の目指す姿と本事業の検討範囲	10
1.2 事業概要	11
2. 各要素の技術検討	13
2.1 車線別情報の生成技術の検討	13
2.1.1 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討	14
2.1.2 プローブ提供事業者へのヒアリング調査	17
2.2 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価	18
2.2.1 技術検討	18
2.2.2 技術評価	24
2.3 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価	33
2.3.1 技術検討	33
2.3.2 技術評価	37
2.4 車線別情報の配信技術の検討と評価	49
2.4.1 技術検討	49
2.4.2 技術評価	60
2.5 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価	77
2.5.1 技術検討	77
2.5.2 技術評価	91
2.6 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価	101
2.6.1 技術検討	101
2.6.2 技術評価	111
3. 実証実験	121
3.1 2020年度実証実験の実施	122
3.1.1 2020年度実証実験の実施内容	122
3.1.2 2020年度実証実験の実施結果	133
3.1.3 2020年度実証実験結果のまとめ	154
3.2 2021年度実証実験の実施	156
3.2.1 2021年度実証実験の実施内容	156
3.2.2 2021年度実証実験の実施結果	166

3.2.3	2021 年度実証実験結果のまとめ	176
3.3	2022 年度実証実験の実施	177
3.3.1	2022 年度実証実験の実施内容	177
3.3.2	2022 年度実証実験の実施結果	181
3.3.3	2022 年度実証実験結果のまとめ	188
3.4	実証実験結果を踏まえた技術検討成果	190
4.	準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証	191
4.1	緊急通報サービス情報の情報源並びに情報収集仕様	192
4.2	プローブ情報の統合利用による車線レベルの緊急通報情報生成の検討	194
4.3	車線レベルの緊急通報情報の生成可能性の検証	195
4.4	情報配信仕様の検討	200
5.	悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証	201
5.1	要素技術の検討	201
5.2	車両プローブデータの収集、評価	208
5.3	自動走行や道路維持管理への活用方法の検討	222

まえがき

本業務は、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）／車線別プローブ等を活用した自動運転制御の技術検討及び評価」において、車線別の渋滞情報、駐車車両情報、落下物等情報及び事象規制情報（以下「車線別情報」という）を収集し、自動運転車両に提供するための技術検討を行うものである。

和文要約

交通事故の低減や交通渋滞の削減、高齢者や移動制約者の方々のモビリティの確保といった社会的課題の解決に加え、物流や移動に係る新たなサービスやビジネスの創出など自動運転がもたらす社会変革への大きな期待があることを背景に、戦略的イノベーション創造プログラム

(SIP) 第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）においては、自動運転を実用化し普及拡大していくことにより、交通事故の低減、交通渋滞の削減、交通制約者のモビリティの確保、物流・移動サービスのドライバー不足の改善・コスト低減等の社会的課題の解決に貢献し、すべての人が質の高い生活を送ることができる社会の実現を目指している。

高速道路での自動運転時に、前方に停止車両や落下物等がある場合や流出路渋滞が存在する場合など、事前に得られる情報が不足している場合や不精緻、不正確である場合に、走行車線から減速車線への車線変更がスムーズに行えない等のケースが想定される。これら想定されるケースを解決するための一つの方策として、車線別の道路交通情報を自動運転車両が入手することで、あらかじめ早い段階で車線変更をする等により安全かつ円滑な自動走行が可能となる。

本検討・評価業務は、この方策を実用化するために、車線別の渋滞情報、駐車車両情報、落下物等情報及び事象規制情報（以下「車線別情報」という）を収集し、自動運転車両に提供するための技術検討を行う。具体的には、東京湾岸2020実証実験の首都高速道路羽田線並びに湾岸線において実証実験（以下「実証実験」という）を行う。この方策については、自動運転システムへの活用のみならず、レベル1やレベル2の運転支援システムとしての活用についても検討する。

英文要約

There are high expectations for social change brought about by automated driving, such as reducing traffic accidents, reducing traffic congestion, ensuring the mobility of the elderly and people with limited mobility, and creating new services and businesses related to logistics and transportation. In the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP)/Automated Driving for Universal Services, the aim is to realize a society in which all people can lead a high quality of life by contributing to solving social issues such as reducing traffic accidents, reducing traffic congestion, ensuring the mobility of people with limited mobility, improving the shortage of drivers in logistics and transportation services, and reducing costs.

In the case of automatic driving on expressways, the system may not be able to smoothly change lanes from the traveling lane to the deceleration lane if the information obtained in advance is insufficient, inaccurate, or inaccruate, such as when there is a stopped vehicle or falling objects ahead or when there is a traffic jam. One of the ways to solve these possible cases is for the automatic driving vehicle to obtain traffic information for each lane of the road, so that it can change lanes in advance to enable safe and smooth automatic driving.

In this study and evaluation work, in order to put these measures into practical use, we will study technologies to collect and provide information on traffic congestion by lane, information on parked vehicles, information on falling objects, and information on event regulations (hereinafter referred to as "lane-specific information") to automated vehicles. Specifically, a demonstration experiment will be conducted on the Metropolitan Expressway Route No.1 Haneda Line and Bayshore Route. These measures will be considered not only for automated driving systems, but also for Level 1 and Level 2 driving support systems.

1. 調査研究の概要

1.1 事業目的

高速道路での自動運転時に、前方に停止車両や落下物等がある場合や流出路渋滞が存在する場合など、事前に得られる情報が不足している場合や不精緻、不正確である場合に、走行車線から減速車線への車線変更がスムーズに行えない等のケースが想定される。これら想定されるケースを解決するための一つの方策として、車線別の道路交通情報を自動運転車両が入手することで、あらかじめ早い段階で車線変更をする等により安全かつ円滑な自動走行が可能となる。

1.1.1 車線レベル道路交通情報の必要性

車線レベル道路交通情報は、車載センサでは検知できない前方の状況を把握し、あらかじめ車線変更を行う等により、安全かつ円滑な走行を実現する上で必要な情報である。

車線レベル道路交通情報の生成にあたっては、交通状況を面的に把握可能な車両プローブ情報の活用が有効であり、さらに道路・交通管理者の情報等を組合せ、高度化を図ることが期待される（図 1-1 参照）。

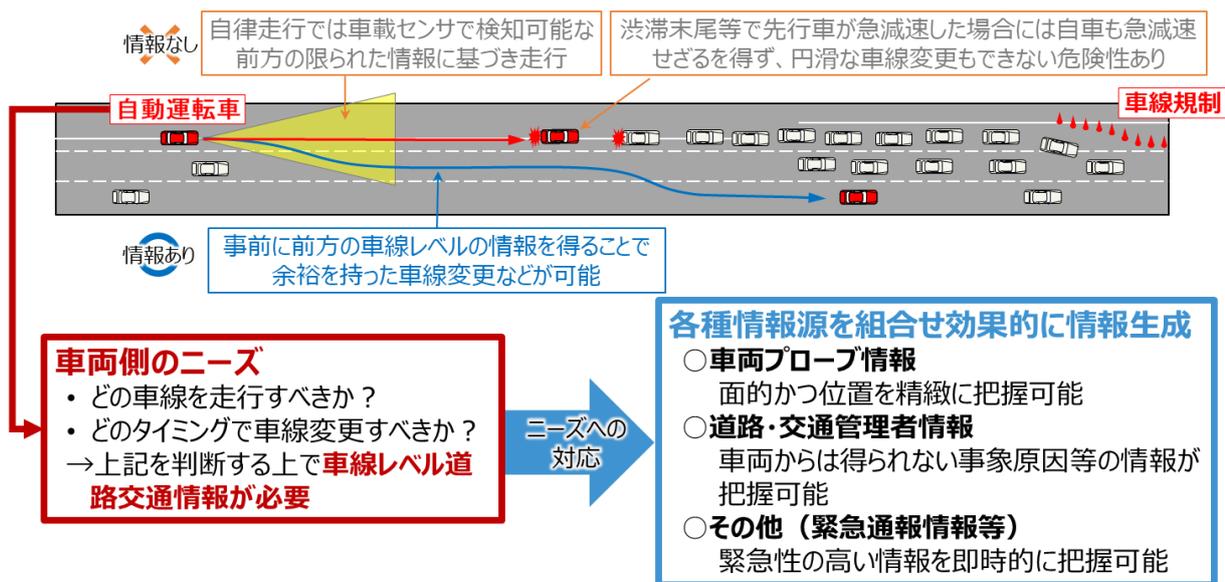


図 1-1 車線レベル道路交通情報の必要性

1.1.2 本施策のスコープ

自動運転車両が適切な判断や制御を行うには、自車が置かれている各シーンで必要となる制御を行うまでの距離によって段階があり、車線レベルの情報は各段階で必要と考えられる。

各段階の特徴に応じて様々な通信手段（V2VやV2I、V2N）を用い、得られる情報を総合的に組み合わせることが重要である（図1-2参照）。各シーンの特長に応じた車線レベル道路交通情報の有用性や使い方等の検討を行っており、本施策では、事前の車線変更等のパスプランニングに活用することから検討を進めることとしている（図1-3参照）。

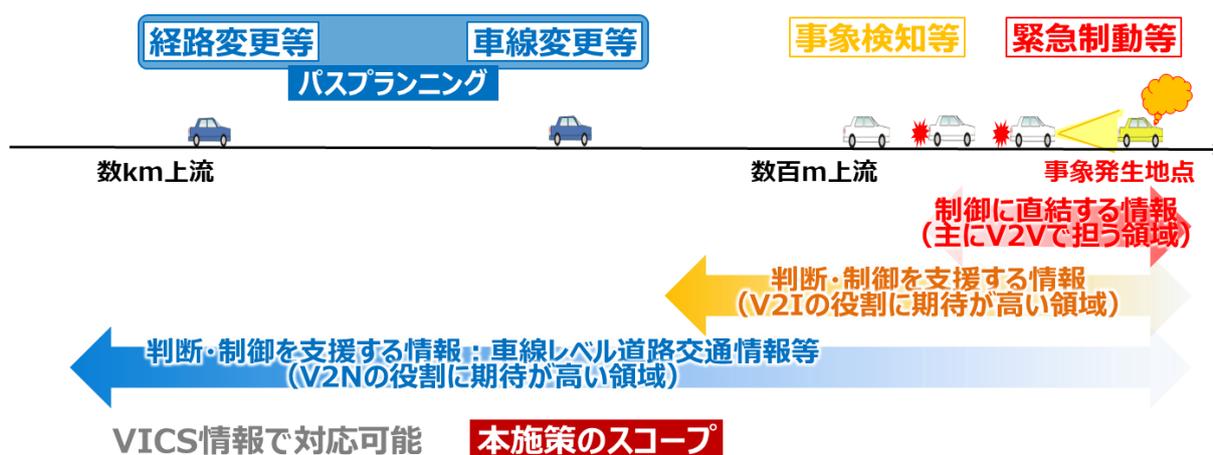


図 1-2 本施策のスコープ

本施策では、早期社会実装に向け、実用化済みの車両プローブ情報を活用し、従来の道路交通情報と同等程度のリアルタイム性での情報生成・提供技術の検討から取組みを始める。

ただし、将来的には、より即時性の高い情報生成・提供を目指すものである。

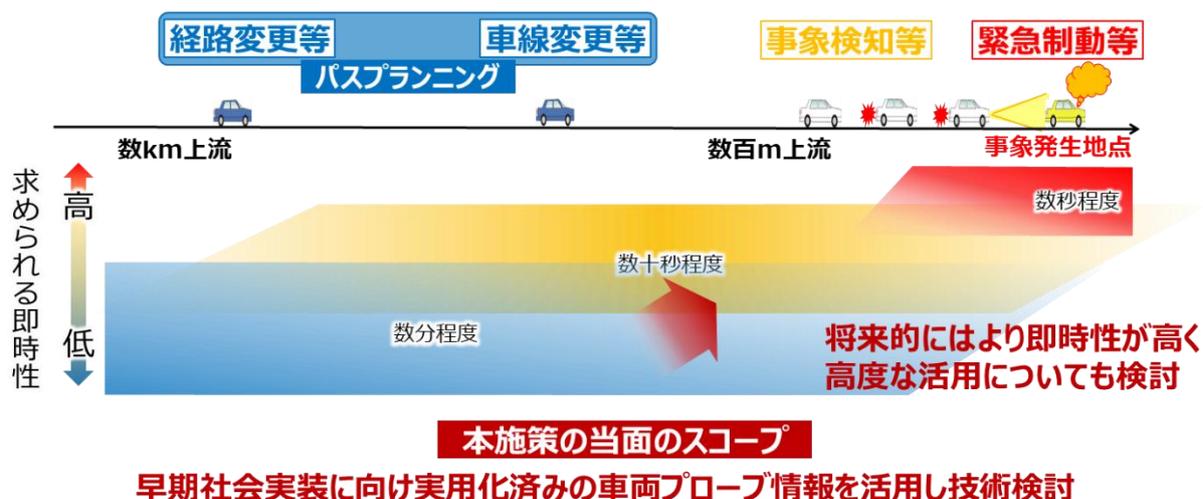


図 1-3 本施策の当面のスコープ

1.1.3 対象ユースケースと情報提供のメリット

車線変更等の制御にあたり前方の車線レベル情報が有効となる3つのユースケースを対象に検討を行うものとした（図1-4参照）。

対象ユースケース



※車線規制は夜間実施されることが多く、夜間はプローブデータの取得量が少なくなるため評価対象としない。

要件	対象場所	通信	制御用途(車両制御または情報提供等)	即応性(情報入手後の車両応答)
	高速道路	V2N	車線変更, 走行計画変更, 速度調整	不要

注) SIP協調型自動運転ユースケース(第1版2020年9月3日)を参考に設定

情報提供のメリット

- 前方等の状況に基づき予め早い段階で車線変更を行う等により、ユースケースに示した事象に遭遇した際の自動運転車両自体の急減速等の発生回避や後続車両からの追突防止、無理のない車線変更による**安全性・円滑性の向上等が期待**
- **自動運転レベル1～2の車両への支援情報や、一般ドライバーへの支援情報としても有効**

図 1-4 対象ユースケースと情報提供のメリット

1.1.4 将来の目指す姿と本事業の検討範囲

本事業では、現状で取得可能なプローブを複数社から収集し、収集可能データ量や情報生成の可能性、精度等を検証するものとした。また、情報更新間隔は既存の道路交通情報サービスと同水準の5分、進行方向は100m単位でプローブを収集するものとした。

なお、将来はコネクティッドカーの普及に伴いデータ量と質が向上し、アップリンク遅れの無い情報により精度の高い情報提供ができることを前提に、まずは「現状の技術の延長で目指す姿」を目標に検討するものとした（図1-5参照）。

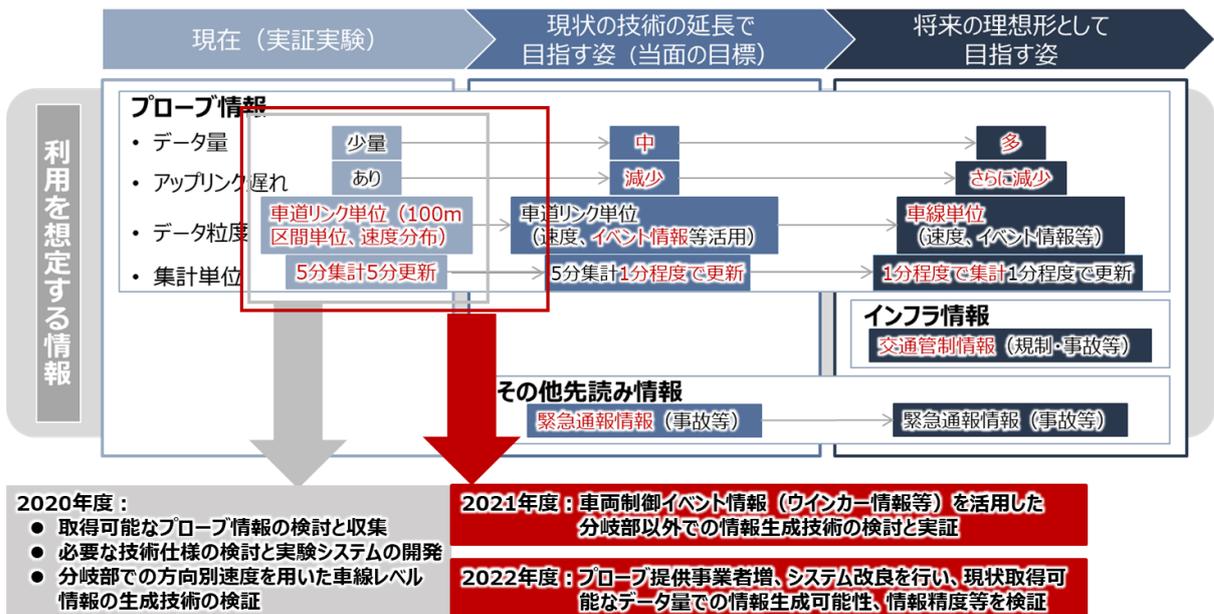


図 1-5 将来の目指す姿と本事業の検討範囲

1.2 事業概要

本検討・評価業務は、前項（1.1）に示した目的を実用化するために、車線別の渋滞情報、停止車両情報、落下物等情報及び事象規制情報（以下「車線別情報」という）を収集し、自動運転車両に提供するための技術検討を行った。

具体的には、東京湾岸 2020 実証実験の首都高速道路羽田線並びに湾岸線において実証実験（以下「実証実験」という）を行った。この方策については、自動運転システムへの活用のみならず、レベル1やレベル2の運転支援システムとしての活用についても検討するものとした。

上記の研究開発目的を達成するため、下記研究開発項目を実施した。

- a. 各要素の技術検討
 - 1) 車線別情報の生成技術の検討
 - 2) 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価
 - 3) 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価
 - 4) 車線別情報の配信技術の検討と評価
 - 5) 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価
 - 6) 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価
- b. 実証実験
- c. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証
- d. 悪天候や路面状況に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

以降、本研究開発の検討の流れを図 1-6 に、研究開発スケジュールを図 1-7 に示す。

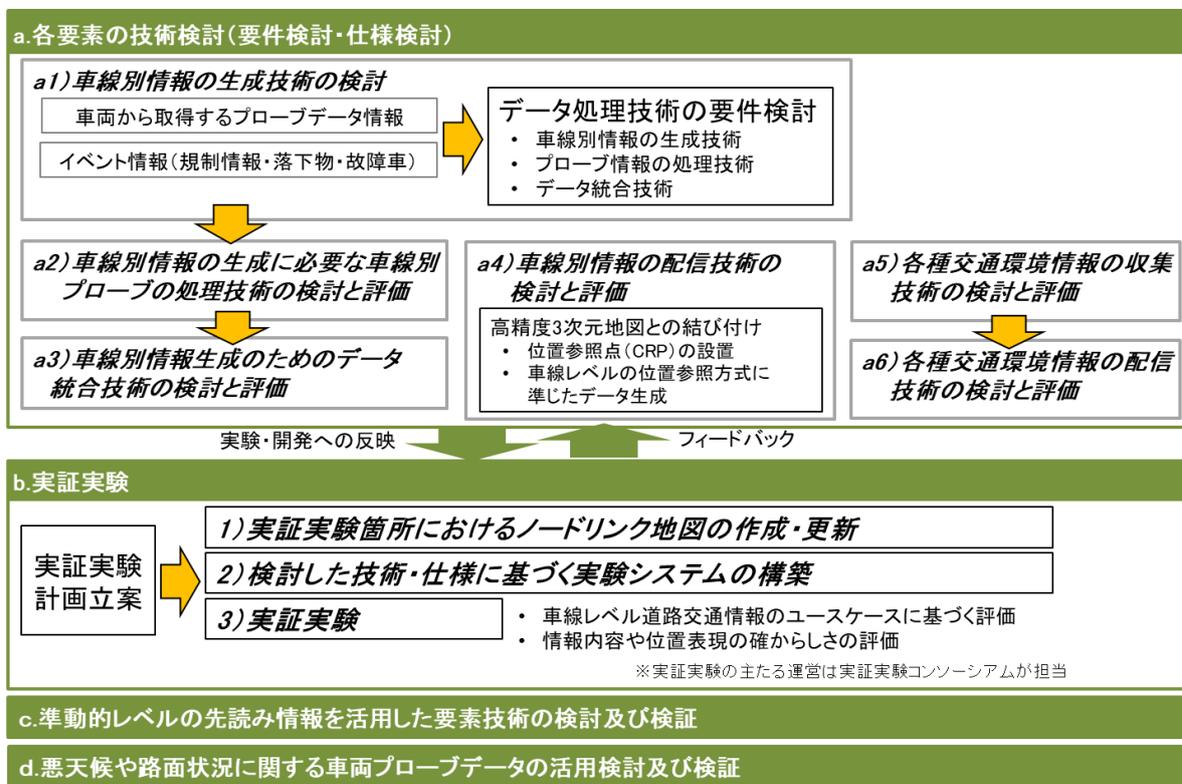


図 1-6 本研究開発の検討の流れ

委託期間) 2020年1月16日から2023年3月31日まで

事業項目	2019年度	2020年度				2021年度				2022年度				
	四半期第4	四半期第1	四半期第2	四半期第3	四半期第4	四半期第1	四半期第2	四半期第3	四半期第4	四半期第1	四半期第2	四半期第3	四半期第4	
a. 各要素の技術検討	1) 車線別情報の生成技術の検討	→												
	2) 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価	①技術検討	→											
		②技術評価	→											
	3) 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価	①技術検討	→											
		②技術評価	→											
	4) 車線別情報の配信技術の検討と評価	①技術検討	→											
②技術評価		→												
5) 交通環境情報の収集技術の検討と評価														
								①技術検討	→					
6) 交通環境情報の配信技術の検討と評価														
								①技術検討	→					
b. 実証実験		→												
c. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証		→												
d. 悪天候や路面状況に関する車両プローブデータの活用検討及び検証													→	

図 1-7 本研究開発の実施スケジュール

2. 各要素の技術検討

2.1 車線別情報の生成技術の検討

自動車専用道路を対象に、①各社の車両から収集するプローブ（リンク別旅行速度等）の統計データと②落下物情報・事象規制情報等を車線別に分類したデータの各々のデータより、車線別情報を生成する方法について検討した。

本業務においては、早期実用化を目指すために、入手可能なデータ（自動運転車両ではない既販車両から得られるデータの意）を活用するものである。

なお、車線別道路交通情報生成/配信の全体フローと検討課題を図 2-1 に示す。

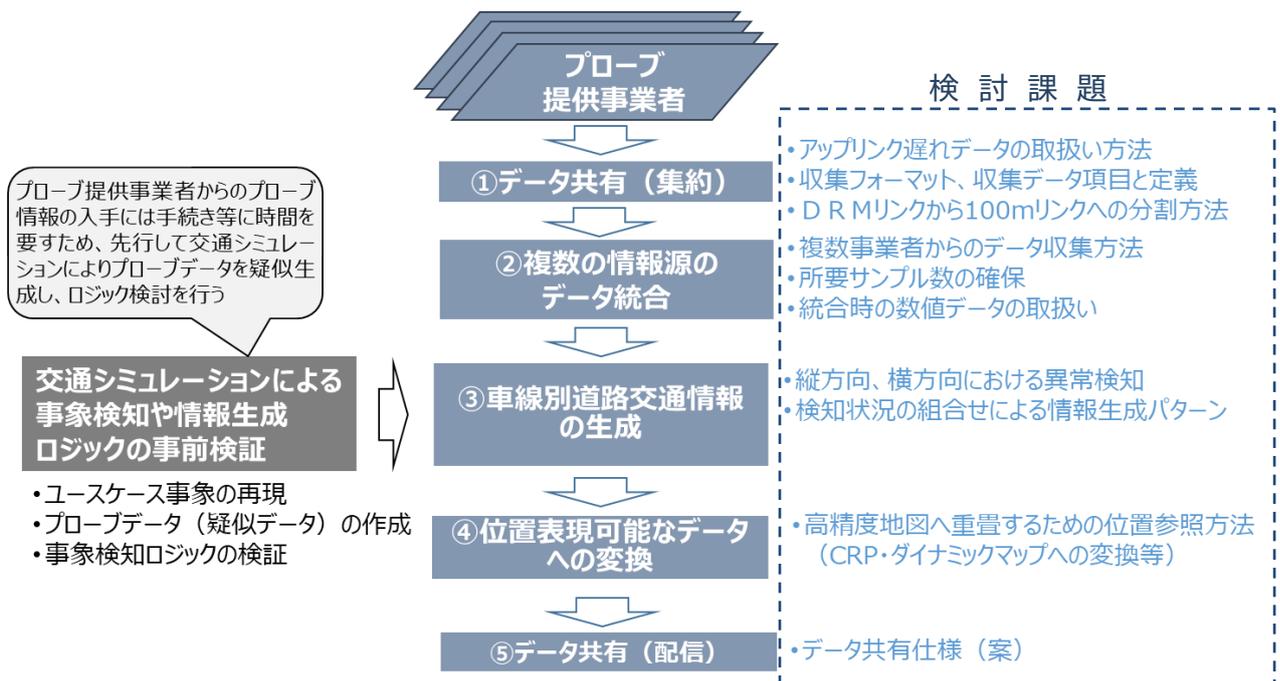


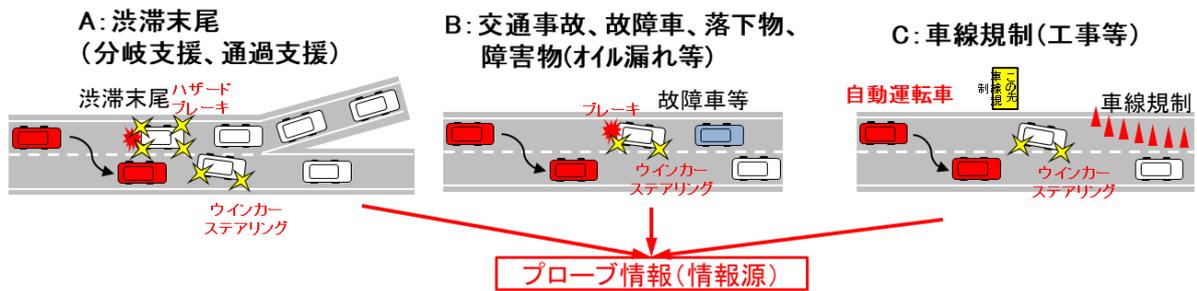
図 2-1 車線別道路交通情報生成/配信の全体フローと検討課題

2.1.1 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

(1) 対象とするユースケース事象とプローブ情報による検知概念

対象とするユースケースとプローブ情報による当該事象の検知方法等を整理した結果を図 2-2 に示す。

自動運転車が車線レベルの道路交通情報を活用するユースケースは、A～C の 3 ケースを想定した。これらのユースケースに応じ、利用可能なプローブ情報を使い分けて、事象を検知することを検討するものとした。



対象とするユースケースとプローブ情報による当該事象の検知方法等

ユースケース	A：渋滞末尾 (分岐支援、通過支援)	B：突発事象 (交通事故、故障車、落下物、障 害物(オイル漏れ等))	C：車線規制 (工事等)
自動運転車が入手する 情報	車線別道路交通情報 ※準動的情報（1分レベル）		
車線レベルの事象発生地 点の検知方法 (情報源)	<ul style="list-style-type: none"> ●車道別プローブ（分岐部での方向別）での速度低下位置 ●ハザード、ブレーキの多発 ●ウインカー、ステアリングの多発 	<ul style="list-style-type: none"> ●ウインカーの多発 ●ステアリングの多発 ●ブレーキの多発 	<ul style="list-style-type: none"> ●ウインカーの多発 ●ステアリングの多発
自動運転車の振舞い	早めの回避（車線変更等） または渋滞末尾への追従	早めの回避（車線変更等）	

図 2-2 対象とするユースケースとプローブ情報による当該事象の検知方法等

(2) 自動運転に必要な車線別道路交通情報の生成概念

自動運転車へ提供する車線別道路交通情報の生成イメージと検討課題を図 2-3 に示す。

ユースケースに応じ、利用可能なプローブ情報を使い分けて事象発生位置（車線変更を完了すべき地点）を特定し、自動運転車に提供するものとした。

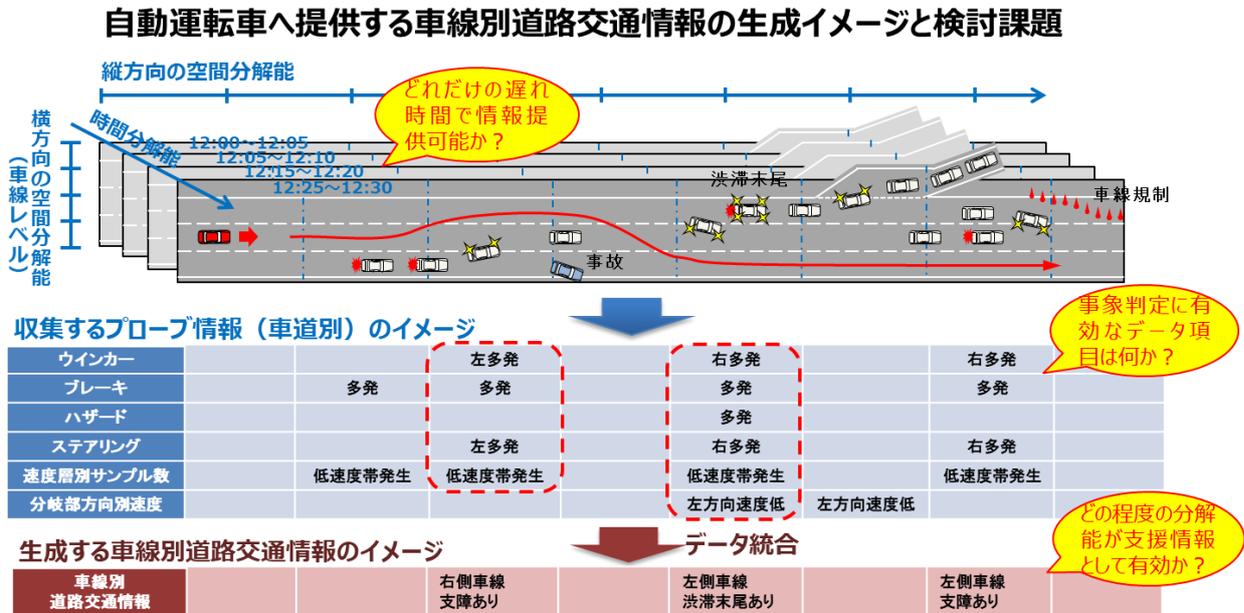


図 2-3 自動運転車へ提供する車線別道路交通情報の生成イメージと検討課題

(3) 情報生成方法の事前検証方法

1) 実データによる検証

対象ユースケースのうち、予め実施が把握できる車線規制（工事等）と、恒常的に車線別渋滞が発生する1号羽田線上り浜崎橋JCTを先頭とする渋滞を対象に、実際のプローブ情報を入手し、情報生成方法の確からしさの検証を行うものとした。

対象事象や車両挙動の発生状況はCCTV録画映像により確認するものとした。

2) ダミーデータによる検証

生成する情報の確からしさは、実際に取得されるプローブ情報に基づき検証することが望ましいが、早期に100m単位のプローブ情報やウインカー情報等を入手することが困難であることと、検証に用いる映像録画が限定的となるため、交通シミュレーションによりユースケース事象を再現し、プローブ情報の取得量を仮定することでダミーデータを作成し、検証することを併用することも検討するものとした。

検証では、車線支障発生箇所に対するウインカー等発生個所の空間的バラつき、100m間隔等での取得量や、速度層別サンプル数との関係性等を明確化するものとした。

なお、ダミーデータ作成のための交通シミュレーションの実施ケース（案）を整理した結果を表2-1に示す。

表 2-1 ダミーデータ作成のための交通シミュレーションの実施ケース（案）

番号	道路部位	ユースケース事象	本線交通量	プローブ情報取得量		
				ウインカー等発生数	速度層別サンプル数	分岐部方向別速度
1	単路2車線	車線規制左	閑散→飽和	小、多	多 (一定)	—
2		車線規制右				—
3	単路3車線	車線規制左				—
4		車線規制左中				—
5		車線規制右				—
6		車線規制右中				—
7	分流部4車線	左分流車線渋滞				多(一定)

注1) 単路部は標準的な都市高速を想定して実施。分流部は方向別プローブ活用の検討ケースとして実施（首都高速1号羽田線上下り浜崎橋JCT部を想定）

注2) 各ケースのシミュレーションは複数回実施するとともにプローブのサンプリングもランダムに行う。

2.1.2 プローブ提供事業者へのヒアリング調査

車線別情報生成に必要な、利用可能な車両からの情報についてデータ形式及び情報項目を整理するにあたり、複数のプローブ提供事業者に対してヒアリング調査を実施した。

<ヒアリング調査実施期間>

- ・2020年2月下旬～3月上旬

<調査方法>

- ・事前にヒアリングシートを送付し、調査当日にヒアリングを実施

<プローブ提供事業者に対するヒアリング項目>

- ・ オフラインによる過去プローブデータの提供の可否、提供時期見込み
 - ・ イベント事象（ウインカー発生等）の把握可能な点群データの提供可能性
 - ・ 実証実験におけるオンライン接続提供の可否、接続準備に要する期間
 - ・ プローブデータ提供契約の手続き内容、必要な調整事項
- 等

2.2 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価

2.2.1 技術検討

2.1で検討した方法のうち、実証実験の実施が可能なものを対象として、プローブの処理技術について検討した。

なお、2019年度においては、車線別情報生成に必要な、利用可能な車両からの情報についてデータ形式及び情報項目の整理を行った。

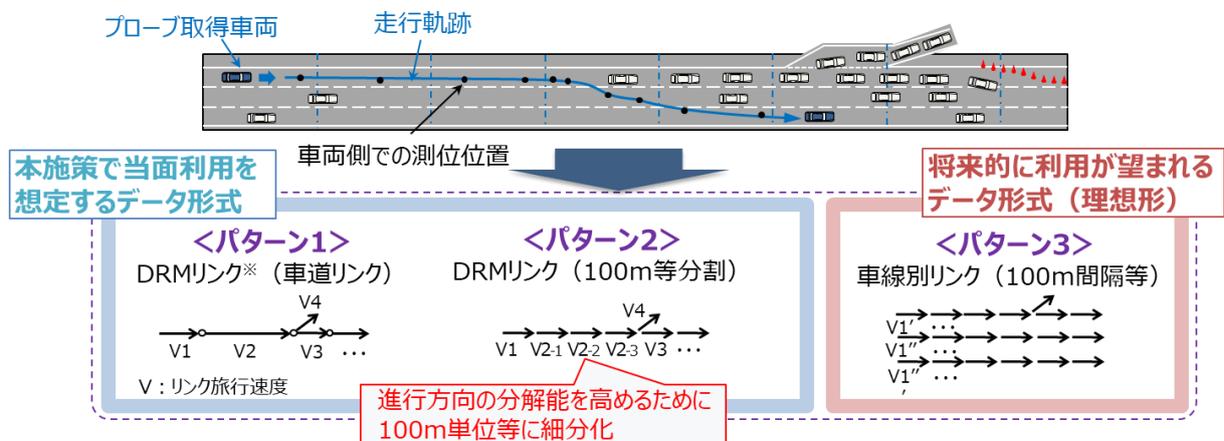
また2020年度は、プローブ提供事業者よりプローブ情報を収集する際の情報項目、データ集計定義、収集フォーマット（Json形式）について整理を行った。さらにプローブ車両からのアップリンク遅れを考慮した階層構造のデータ形式について整理を行った。

(1) 利用可能なプローブ情報

車線別情報を生成するにあたり、利用可能なプローブ情報を整理した結果を図2-4に示す。

プローブ情報の空間的な集計単位は、DRM等のリンク集計されたものが一般的である。なお、車線別道路交通情報を生成するには車線別のプローブ情報（パターン3）の利用が望ましいが、現状で利用可能なデータは車道リンクに紐づけられた情報（パターン1, 2）である。

よって、本施策では当面、パターン1, 2のプローブ情報を活用して車線別道路交通情報を生成することを検討するものとした。



※DRMリンク：日本デジタル道路地図協会が作成しているデジタル道路地図におけるリンク形式

図 2-4 車線別道路交通情報の生成に向け利用を想定するプローブ情報のデータ形式

(2) 使用するプローブ情報の内容

プローブ提供事業者から入手するプローブ情報の利用は、検討したロジックで生成した情報の信頼性等の評価を行うための机上検証（過去データ利用）と、実証実験で実験参加車両まで実際に情報配信を行う実証実験システムによる検証（オンラインリアルタイム利用）に大別される（表 2-2 参照）。

机上検証では、「リンク速度」「方向別速度」「車両イベント発生数」のデータを使用するものとした。一方で実験システムによる検証では「リンク速度」「方向別速度」のデータを使用するものとした。

なお、プローブ情報の集計時間単位は、現状の収集状況等を踏まえて5分値で収集するものとした。

表 2-2 実証実験で利用するプローブ情報

集計 リンク単位	データ項目		実証実験	
			机上検証 (過去データ 利用)	実験システム による検証 (オンライン/リアル タイムデータ)
パターン1 DRMリンク 単位	分岐部 方向別速度 (5分値)	分岐部手前リンク における方向別速 度	○	○
		リンク速度 (5分値)	平均速度	○
パターン2 DRMリンク 100m分割 単位	リンク速度 (5分値)	速度層別台数 ^{注1)}	○	○
		車両イベント 発生数 (5分値)	○	○ ^{注2)}
	ブレーキ発生数			
		ウインカー発生数		
		ステアリング発生数		

注1) 速度層別台数のデータ形式イメージ

速度階級区分	台数
0<V≤10km/h	
10<V≤20km/h	
⋮	
110<V≤120km/h	
120<V	

注2) 2020年度の実証実験システムでは使用せず

(3) アップリンク遅れの発生について

プローブ車両の走行情報が、プローブ提供事業者の情報生成サーバにアップリンクされるまでには、一定時間を有することが想定されることから、プローブ情報を収集する際にはこれに留意する必要がある。

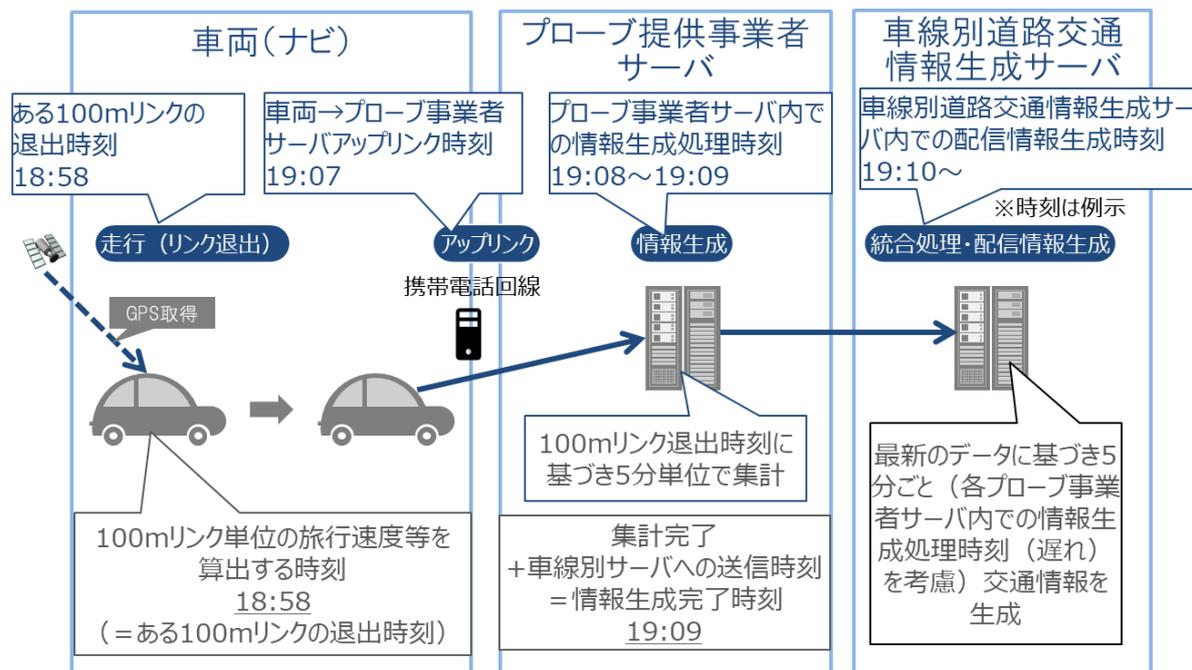


図 2-5 車両でのデータ取得から情報収集までの流れ (※時刻は例示)

(4) アップリンク遅れデータの取扱い方法

プローブ情報には遅れてアップリンクされてくるデータも多いと想定され、最新データだけでは必要サンプル数を得られない可能性がある。

よって、データ共有（集約）段階においては下記を考慮するものとした。

- プローブ車両の走行時刻に基づき 5 分単位（これを「階層」と言う）で集約
- 階層毎（6 階層）に直近の過去データを集約。階層 1 では直近 5 分、階層 6 では直近過去 30 分のデータを集約
- 各階層枠のデータ取得率を確認しつつ、生成ロジックを検討

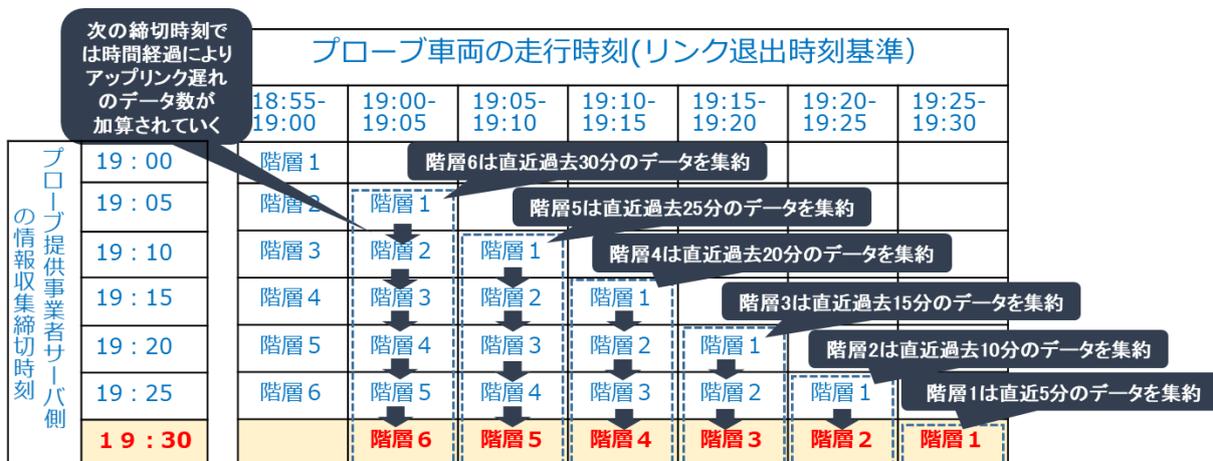


図 2-6 アップリンク遅れデータの取扱い方法（プローブ提供事業者サーバの締切時刻が 19:30 の場合）

(5) 収集データフォーマット

プローブ提供事業者からデータを集約する際のデータ収集フォーマットは、アップリンク遅れを考慮し、収集締切時刻の過去 30 分前までの情報を 5 分刻みで集計可能となるように設計した。

表 2-3 プローブ提供事業者より収集するフォーマット構造

構成情報		主な情報
基本情報		測地系、タイムゾーン、情報生成時刻
プローブ情報	DRM基本情報	DRMリンクバージョン、2次メッシュコード、リンク番号
	階層1～6	収集締切時刻の過去30分前までの情報を5分刻みで集計。
	DRMリンク単位情報	方向別平均旅行速度
	階層1～6	収集締切時刻の過去30分前までの情報を5分刻みで集計。
	100m分割リンク単位情報	分割シリアル番号、分割リンク距離 平均速度情報、速度層別情報、その他車両情報、方向別平均旅行速度

※プローブ提供事業者より、データ表現はJson形式で、HTTPプロトコルによるファイル転送で情報を収集する。

(6) 収集データ項目と定義

プローブ提供事業者より収集する情報項目について、統一した定義を規定した。また、「その他車両情報」についてもイベント発生回数をカウントする定義を規定した。

(7) DRM リンクから 100m リンクへの分割方法

プローブ提供事業者からデータを集約する際の、DRM リンクから 100m リンクに分割する仕様について定義した。

<DRM リンクの分割方法>

- デジタル地図協会発行の地図データベースのリンク番号体系（版番号：DRM・DB3203A 版（2020年3月版））に基づき、100m リンク単位に分割する。
- リンク長 200m 以上の DRM リンクを分割対象とし、分割元の DRM リンクの上流側から 100m 単位に分割し、最下流の 100m 未満の端数距離リンクは、1つ前の上流リンクに統合する。
- 分割後リンクは元の DRM リンク番号に対し、上流側から枝番を附番する。

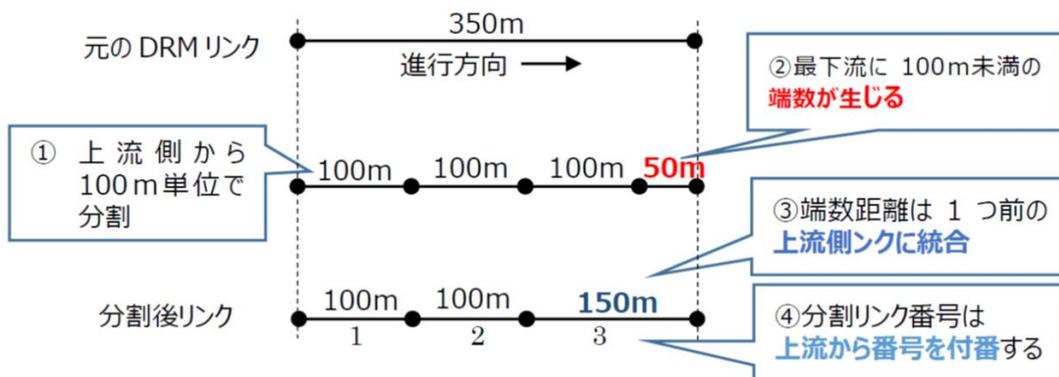


図 2-7 DRM リンクの分割方法

<DRM リンク上の距離計測方法>

- DRM リンクの構成点間の直線距離を算出し、端点から加算して 100m となる地点の座標を取得する。
- 構成点間の直線距離がちょうど 100m とならないため、構成点間を結ぶ直線上で、ちょうど 100m となる地点を算出し、その座標を出力する。

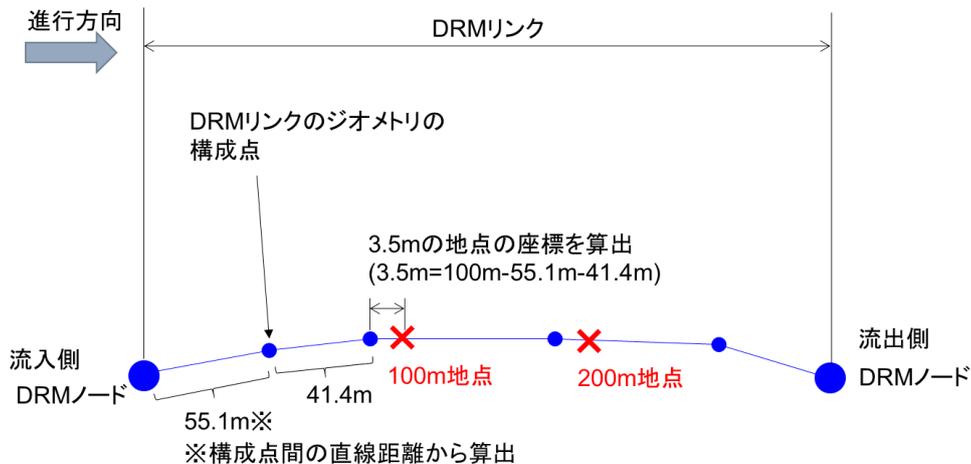


図 2-8 DRM リンク上の距離計測方法

2.2.2 技術評価

2.2.1 の検討結果を踏まえ、プローブ提供事業者より収集するプローブ統計情報（リンク別旅行時間、および速度帯別車両情報等）より、車線別情報を作成するために必要となる情報が作成できることを確認する。また、実証実験における検証結果を踏まえ、必要な改良を行った。

なお 2020 年度は、複数のプローブ提供事業者から過去のプローブ統計情報を 1 か月分（2020 年 7 月 8 日～8 月 7 日）調達し、時間帯別区間別の情報生成率や、情報生成に必要な遡り階層数についての確認を行った。

(1) プローブデータ量の確認（速度層別データのサンプル数・混入率）

1) 対象路線のプローブ車両混入率*

H27 センサス時間帯別交通量と比較した昼間（7～19 時）の混入率は、3%程度（羽田線上り：6 台/5 分相当、湾岸線東行き：8 台/5 分相当）であった（図 2-9 参照）。

混入率 3%以上の 100m 区間の割合は、羽田線で 6 割、湾岸線で 4 割強（昼間）であった（図 2-10 参照）。

※プローブ車両混入率＝方向別プローブ車両台数（時間帯別）／方向別断面交通量（時間帯別）

■速度層別サンプル数(100m単位・混入率) 2020/7/8～8/7

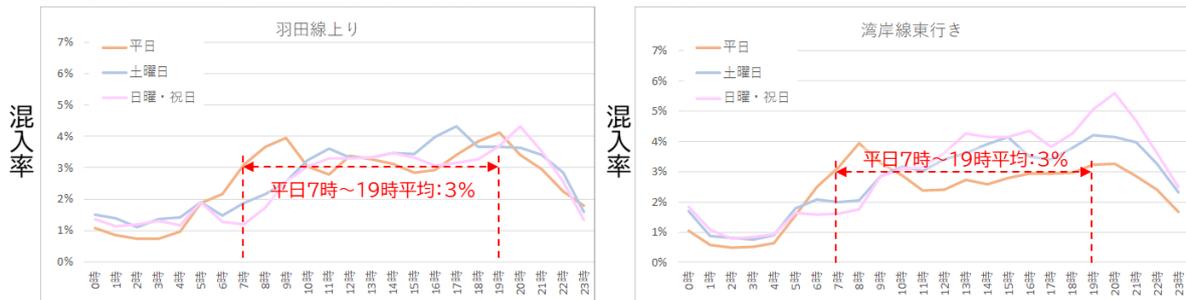


図 2-9 速度層別サンプル数(100m単位・混入率) 2020/7/8～8/7

■速度層別サンプル数の混入率が一定割合を超える区間(100m単位)の割合 2020/7/8～8/7

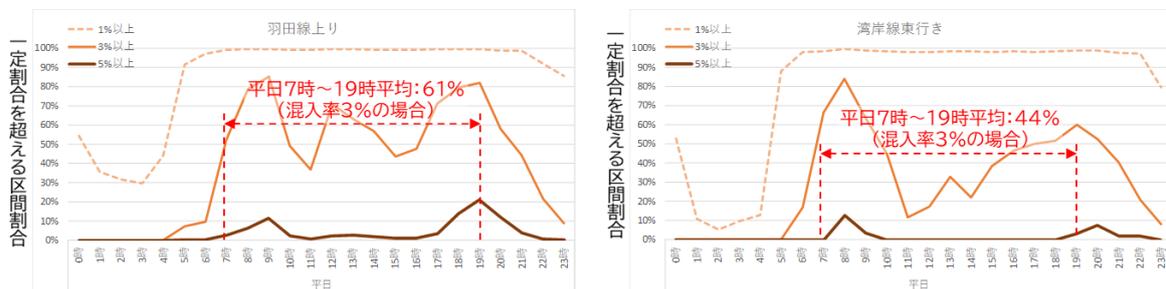


図 2-10 速度層別サンプル数の混入率が一定割合を超える区間(100m単位)の割合 2020/7/8～8/7

2) 区間別のプローブ車両混入率

区間別に混入率を見ると、羽田線上りの場合、大井JCT付近は混入率が比較的低く、浜崎橋JCT付近は比較的高い。

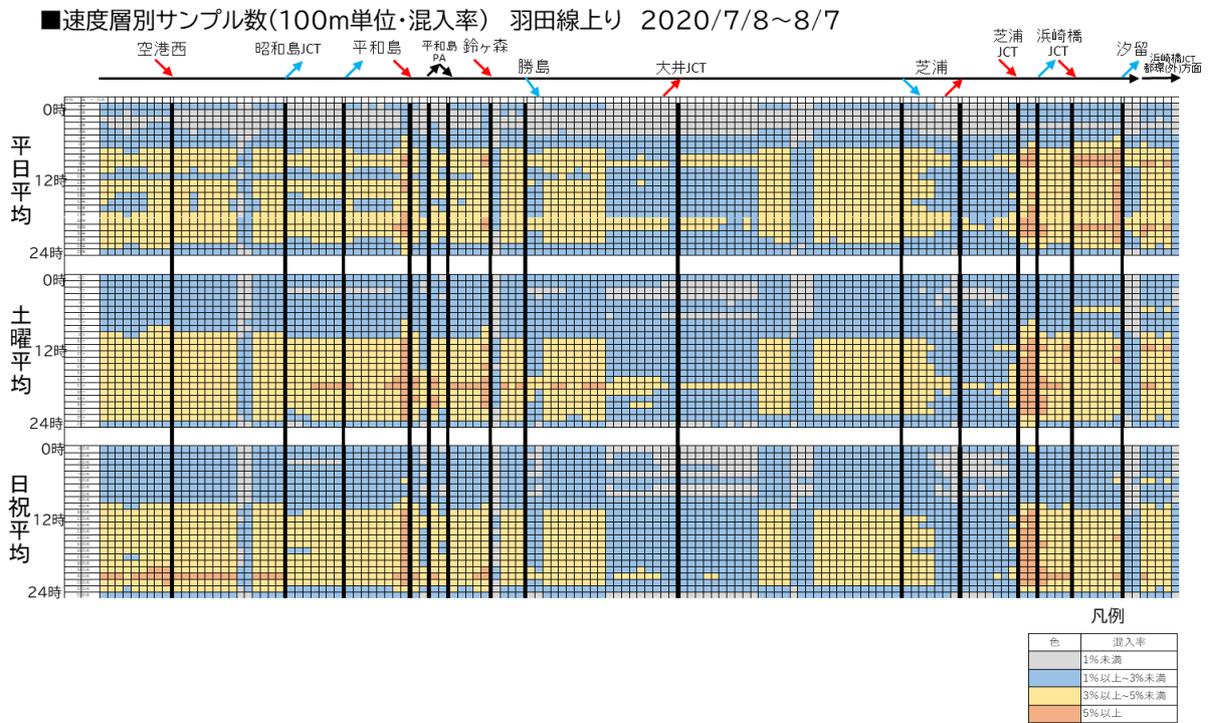


図 2-11 速度層別サンプル数(100m単位・混入率) 羽田線上り 2020/7/8~8/7

3) 5台/5分以上取得できている区間の割合

羽田線は、曜日によらず昼間（7～19時）は概ね5台/5分以上*の100m区間の割合が約5割以上となっている。湾岸線は、曜日によらず昼間は概ね5台/5分以上*の100m区間の割合が約8割以上となっている。両路線ともに夜間（19～7時）は5台/5分に満たない状況である。

■速度層別サンプル数が5台/5分以上取得出来ている区間(100m単位)の割合
2020/7/8～8/7 平日平均

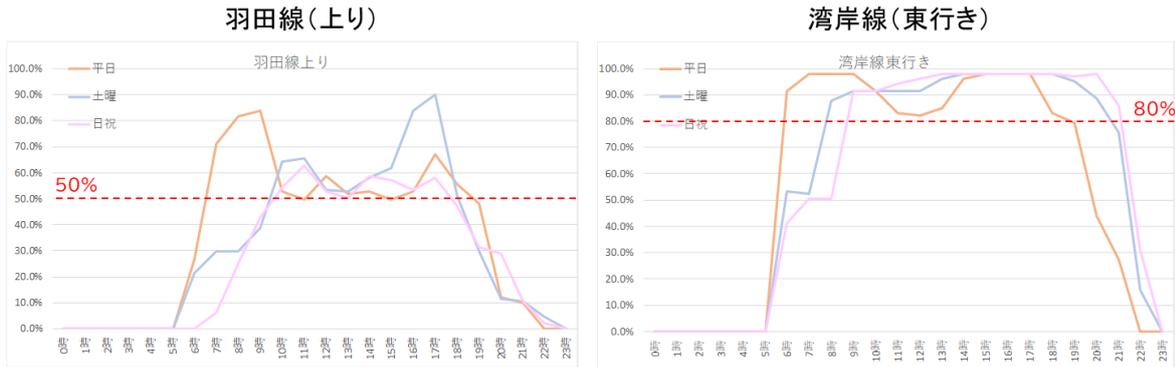


図 2-12 速度層別サンプル数が5台/5分以上取得出来ている区間(100m単位)の割合
2020/7/8～8/7 平日平均

< (参考) 必要最小サンプル数について >

理論値によると5サンプル以上あれば、プローブ情報より生成される平均旅行速度について、一定程度の精度が保たれるとされている。

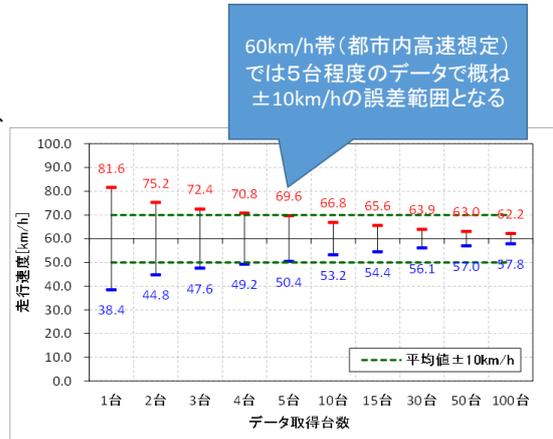
平均速度は母平均に対して大きな誤差を持っている可能性があり、その範囲は以下の式で与えられる。(信頼度95%の場合)

95%の確率で標本平均が母平均に含まれる範囲

$$= \mu \pm 1.96\sigma / \sqrt{n} \quad (\text{信頼度: 95\%})$$
 ここで、
 μ : 平均値 (母平均)
 σ : 標準偏差
 n : データ数 (標本の大きさ)

取得データ量と平均速度の信頼区間幅の関係を算定する
速度帯と標準偏差の設定値

想定道路区分	平均速度帯 [km/h]	標準偏差 [km/h]	摘要
都市内高速道路	60	11.0	標準偏差は乗用車の中央値



取得データ量と平均速度値の信頼区間幅
(都市高速道路、平均速度60km/h時、信頼度95%)

図 2-13 必要最小サンプル数について

4) 区間別の速度層別サンプル数

羽田線上り方向をみると、曜日によるサンプル数の違いは殆どない。22時～翌6時は2台/5分未満である。一方、昼間（7～19時）は概ね2台/5分以上確保できている。この内、浜崎橋JCT付近は10台/5分以上のデータを確保できている（図2-14参照）。なお、下り方向も同様の傾向である（図2-15参照）。

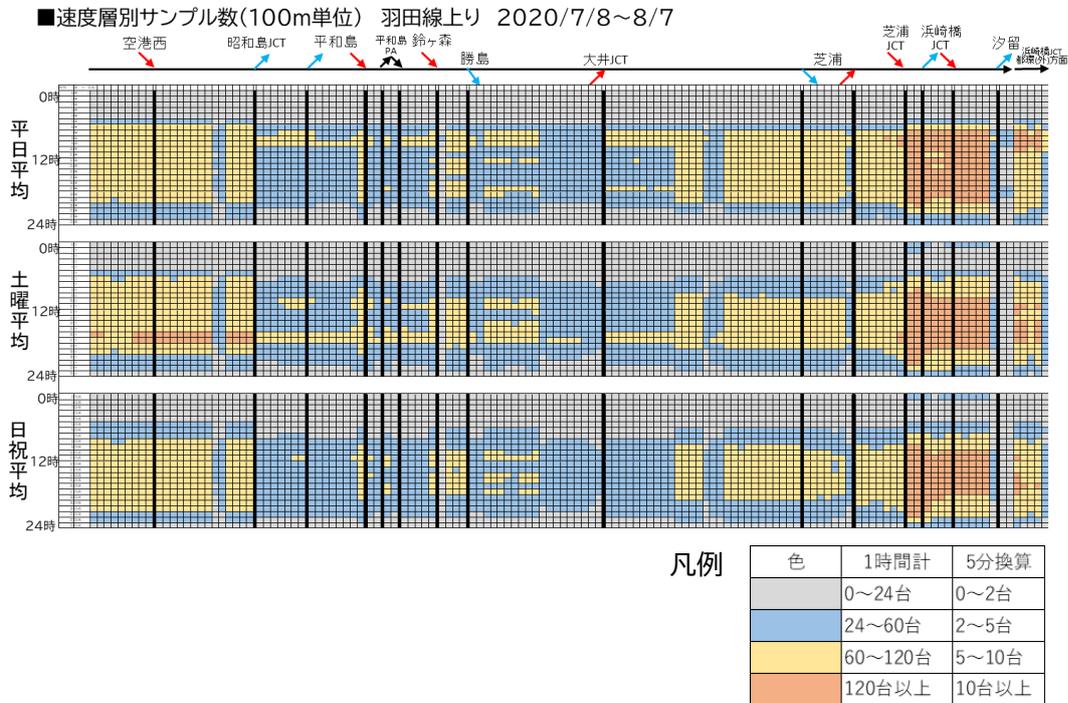


図 2-14 速度層別サンプル数(100m単位) 羽田線上り 2020/7/8~8/7

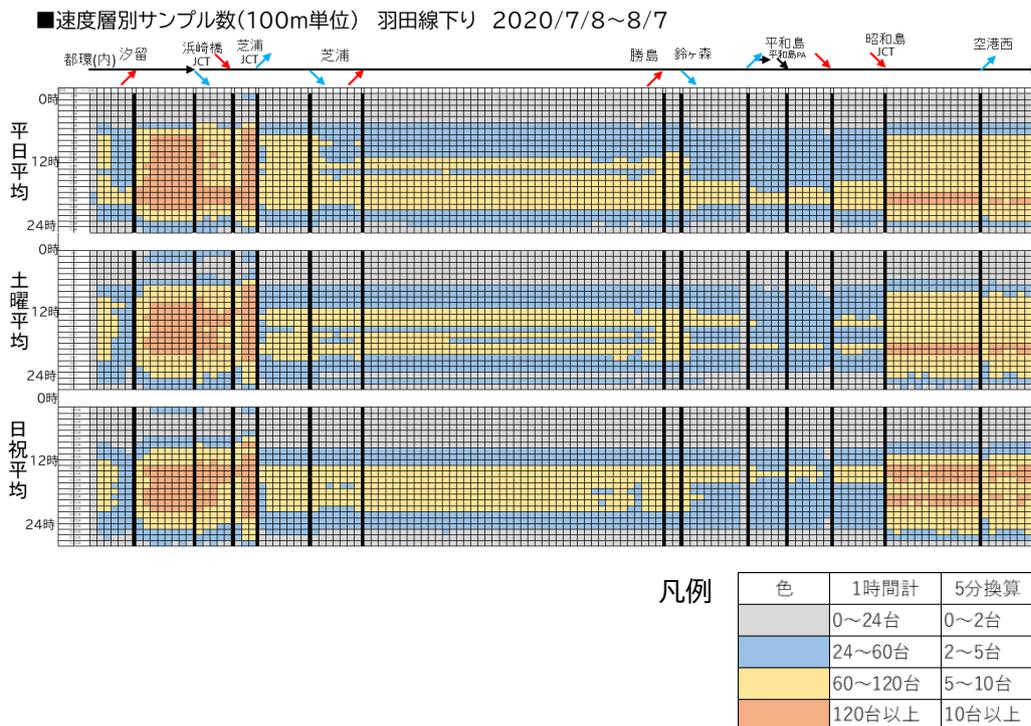


図 2-15 速度層別サンプル数(100m単位) 羽田線下り 2020/7/8~8/7

湾岸線東行きをみると、平日に対して土曜、日曜日祝日はサンプル数が多い傾向がみられる。平日の22時～翌6時は2台/5分未満である。一方、朝（7～9時）や夕方（15-18時）においては10台/5分以上確保できている区間も見られる（図2-16参照）。また、土曜、日曜日祝日は10台/5分以上確保できている時間帯が日中にも及んでいる。なお、西行き方向も同様の傾向である（図2-17参照）。

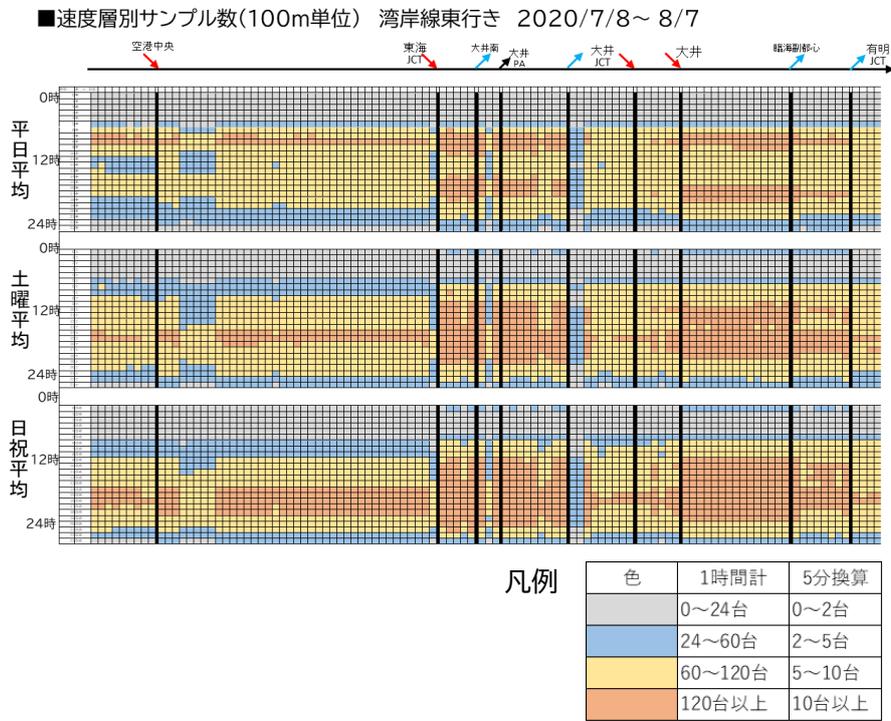


図 2-16 速度層別サンプル数(100m単位) 湾岸線東行き 2020/7/8～8/7

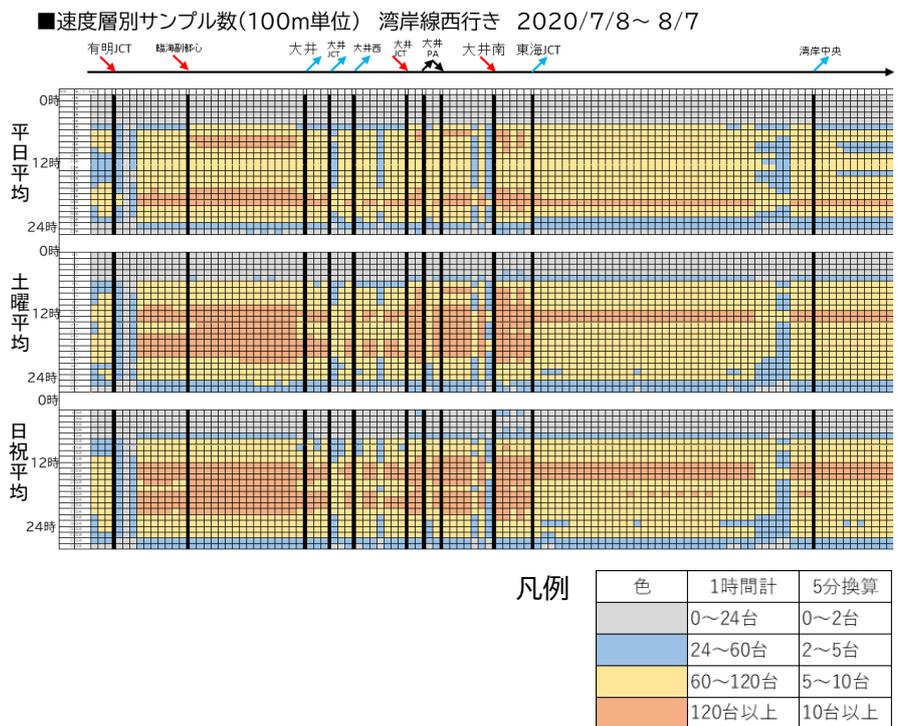


図 2-17 速度層別サンプル数(100m単位) 湾岸線西行き 2020/7/8～8/7

(2) プローブデータ量の確認（方向別速度データのサンプル数）

JCT 分岐等の交通量の多い箇所はサンプル数が確保されているが、出口ランプ部等においては、日中でも 5 台/5 分に満たない箇所が存在する（平和島 IC、勝島 IC 等）。

■方向別速度サンプル数(右・左別) 2020/7/8~8/7 平日平均



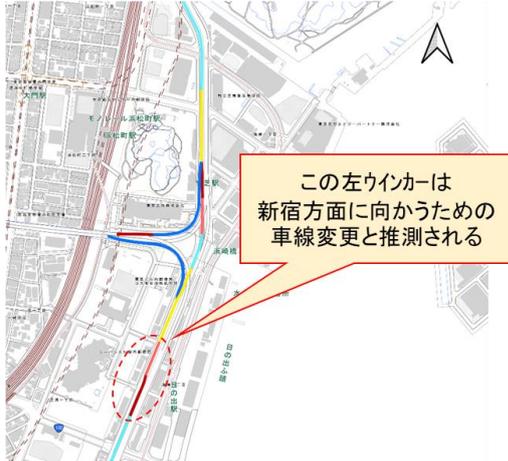
図 2-18 方向別速度サンプル数(右・左別) 2020/7/8~8/7 平日平均

(3) プローブデータ量の確認（ウィンカー発生件数）

100m 分割リンク単位で集計したウィンカー発生件数の状況を見ると、分合流の前後区間において、比較的多く発生する傾向にある。

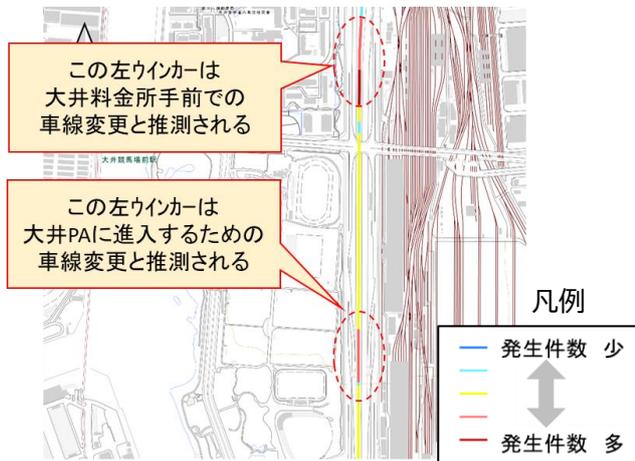
1号羽田線上り(浜崎橋JCT周辺)

左ウィンカー ※2020年7月のある1日の取得データに基づき作成



高速湾岸線東行き(大井PA周辺)

左ウィンカー ※2020年7月のある1日の取得データに基づき作成



出典：地理院タイル（淡色地図）を加工して作成

図 2-19 ウィンカー発生件数（100m 単位集計）状況図（一部例示）

(4) プローブデータ量の確認（ステアリング発生件数）

100m 分割リンク単位で集計した一定の操舵角（10°）以上のステアリング発生件数の状況を見ると、カーブ区間やその前後区間において、比較的多く発生する傾向にある。

1号羽田線上り
(鈴ヶ森IC手前)
※2020年7月のある1日の取得データに基づき作成



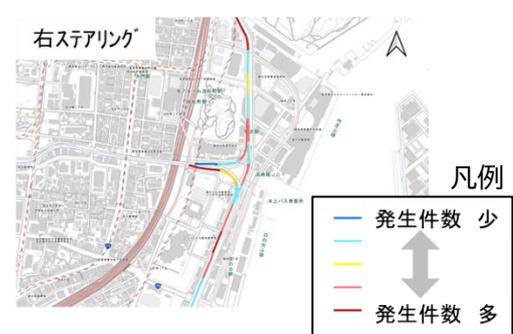
右ステアリング



1号羽田線上り
(浜崎橋JCT周辺)
※2020年7月のある1日の取得データに基づき作成



右ステアリング



出典：地理院タイル（淡色地図）を加工して作成

図 2-20 ステアリング発生件数（100m 単位集計）状況図（一部例示）

(5) 距離集計単位 100mの妥当性検証

1) 検証方法

過去プローブデータの 100m リンク速度から 200m、300m、500mのリンク速度集計値を作成し、距離集計単位を変化させた場合の異常事象発生時の速度変化位置（進行方向）について感度分析を行った。

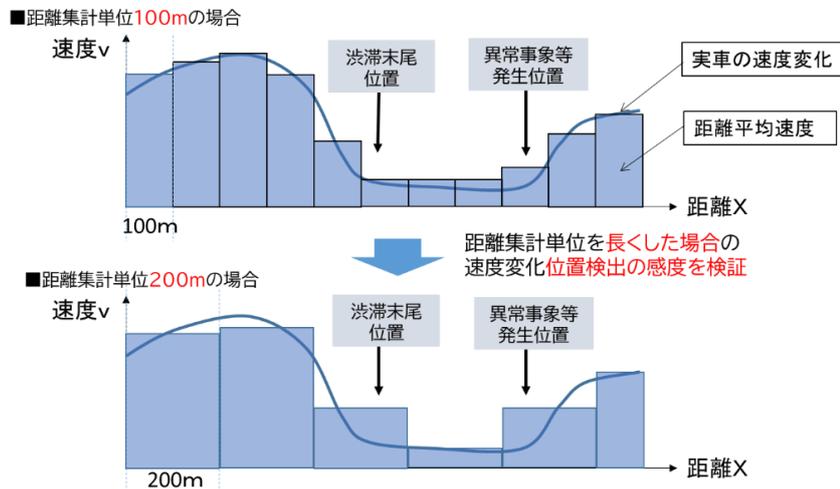


図 2-21 距離集計単位を変化させた場合の速度変化位置の感度分析イメージ

2) 検証結果

過去プローブデータを用いて、羽田線上り浜崎橋 JCT 手前区間について上述の検証を行った。100m 単位の場合の渋滞検出区間※と比較すると、200m 単位では変化は見られなかった。但し、300m 単位では、渋滞先頭・末尾位置がそれぞれ 100m ずれる結果となった。さらに、500m 単位では渋滞先頭位置が 100m、末尾位置が 200m ずれる結果となっており、距離集約単位の上限として 200m 単位が一つの目安として考えられる。

※ここでは渋滞区間の定義として平均速度 40km/h 以下の区間とした。

■羽田線上り浜崎橋JCT ※7/20 8:20の場合

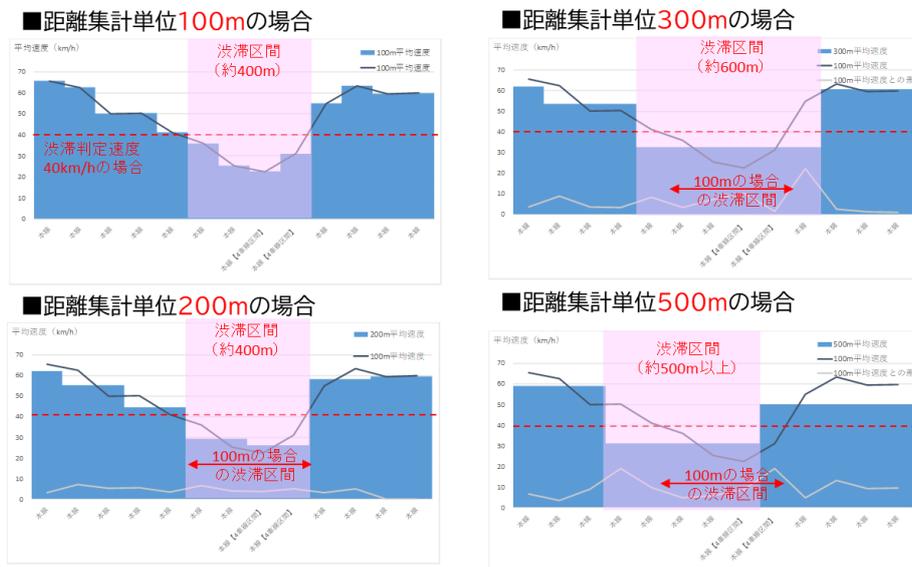


図 2-22 距離集計単位の妥当性検証結果（羽田線上り浜崎橋 JCT）

(6) 技術評価まとめ

1) データ共有（集約）

- プローブデータ数（速度層別サンプル数）
 - ・混入率は昼間時間帯で概ね3%程度の状況（羽田線昼間6台/5分に相当）であった。
 - ・一定程度の精度が保たれる5台/5分が取得できる区間は、2車線区間で約5割、3車線区間で約8割であった。
 - ・夜間は、5台/5分に満たない時間帯が多い。
- 分岐部方向別速度
 - ・JCT分岐部等の主要箇所は、2台/5分以上は取得できている。
- ウィンカー、ステアリング発生件数
 - ・ウィンカーやステアリングは、カーブや分合流などの道路線形に応じて発生していることを確認した。
- 距離集計単位100mの妥当性検証
 - ・高速道路での渋滞区間を検出しようとする場合、200m程度の分解能までなら100mの場合と差は生じない。
 - ・距離集約単位の上限として200m単位が一つの目安として考えられる。

2.3 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価

2.3.1 技術検討

各社のプローブ情報の統計データについて、プローブデータ数や精度等の違いを踏まえ、統合する統計処理方法について以下を想定し、検討した。

また、上記統合処理により車線別情報を生成するに当たり、落下物等の情報や事象規制情報等を車線別に分類したデータを参照し、注意喚起情報を活用する方法について検討した。

なお、2019～20年度は、統合したプローブ統計情報（速度情報）から車線別情報を生成するロジックを検討した。

また2021年度は、当実証実験サーバにおいて実装している車線別情報を生成するロジックを改良し、車両イベント情報（ウinker発生回数等）も活用して車線別情報を生成するロジックを検討した。

(1) 車線レベル道路交通情報の生成方法の基本的検討

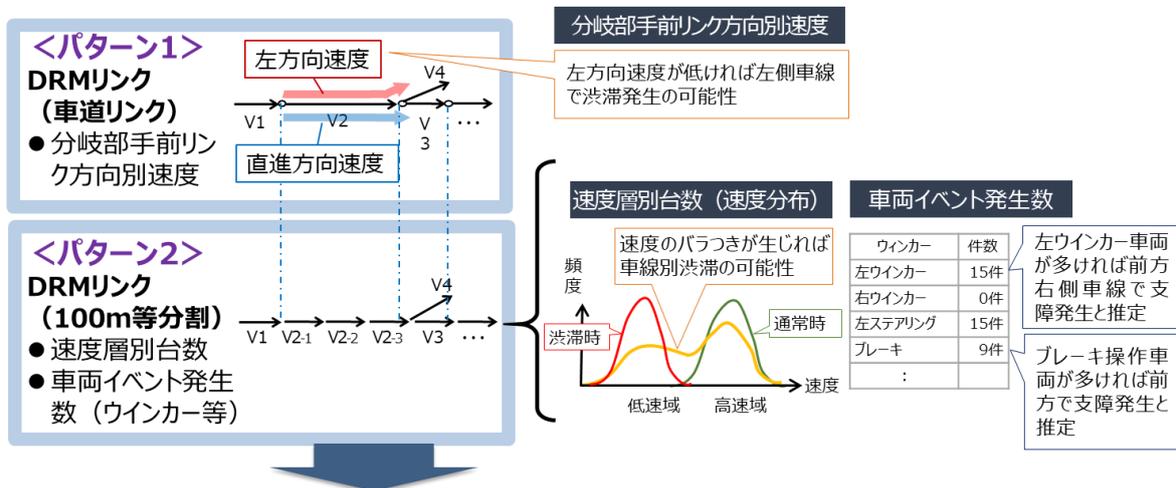
1) 車線レベル道路交通情報生成の基本的考え方

車線レベル道路交通情報の生成方法を検討した結果を図 2-23 に示す。

ここでは、パターン2の速度層別台数情報から100m単位で進行方向の異常発生箇所を特定する。その際、車線別異常の場合、パターン2のウinker情報等から支障車線の方向（左右の別）を判定する。特に、分岐部では、パターン1の分岐部手前リンク方向別速度から分岐方向別の車線別渋滞（左直等の別）を判定する。

この生成方法を基に、速度層別サンプル数や分岐部での方向別速度情報で補足することで車線レベルでの支障発生位置の類推精度を向上させることができるか検討する。

<プローブ情報のリンクが持つ情報>



- パターン2の速度層別台数情報から100m単位で進行方向の異常発生箇所を特定
- 車線別異常の場合、パターン2のウinker情報等から支障車線の方向（左右の別）を判定
- 分岐部では、パターン1の方向別速度から分岐方向別の車線別渋滞（左直等の別）を判定

図 2-23 プローブ情報のリンクが持つ情報と車線レベル情報生成の基本的考え方

2) 車線レベル道路交通情報生成の基本フロー

注意喚起情報生成のための事象判定は、縦（進行）方向の渋滞区間判定（a, a'）と、車線レベル情報を生成するための横（車線）方向異常判定（b, c）の2つの処理から成る。

横方向異常の判定は、分岐部で方向別速度から渋滞車線の左右方向を判定する処理（c）と、分岐部以外のユースケースで支障車線の左右方向を判定する処理（b）に分かれる。

縦方向のみの異常判定となった場合は、全車線に対し注意喚起情報を生成する。

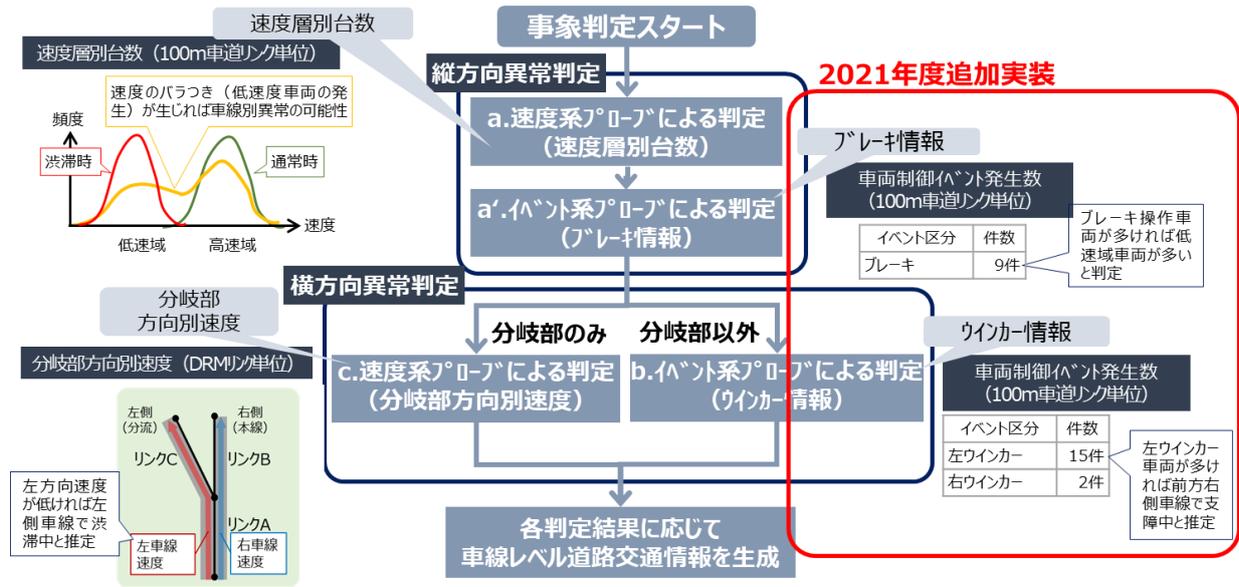


図 2-24 車線レベル道路交通情報生成の基本フロー

(2) 複数情報源のデータ統合（複数事業者からのデータ収集方法）

リアルタイムオンラインデータによる実験では、各プローブ提供事業者におけるデータ生成等の処理時間により、当実証実験サーバがデータを受領できる時刻も異なる。

そこで、情報生成に際しては、情報生成基準時刻に対して当実証実験サーバがプローブ情報を受領できる時刻の遅れや、プローブ提供事業者毎のばらつきを考慮して、最新の集約データに基づいたデータ統合・情報生成を1分毎に更新する仕様とした。

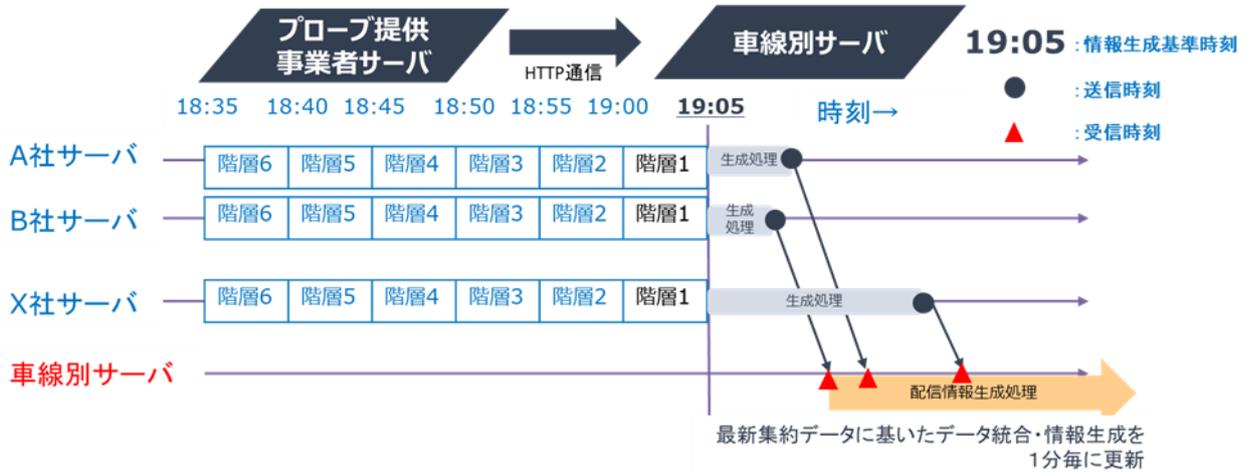


図 2-25 複数事業者のプローブ情報のデータ統合の概念

(3) 統合時の数値データの取扱い

事象検知に必要となる各プローブ提供事業者のプローブ情報を1つのリンク単位情報に統合する。数値データの統合に際して、「a.平均旅行速度」、「d.方向別旅行速度」は各プローブ提供事業者のサンプル数で重み付けした加重平均とした。また、「b.速度層別情報」、「c.その他車両情報」は各プローブ提供事業者がカウントした数値の総和とした。

a. 平均旅行速度 ・ d. 方向別平均旅行速度 の場合 ⇒ 加重平均

プローブ提供事業者ごとのサンプル数で重み付けした加重平均とする(車道分割リンクも同様)。

算出例

$$\text{統合した平均旅行速度リンク情報} = \frac{\text{A社リンク平均旅行速度} \times \text{A社サンプル数} + \text{B社リンク平均旅行速度} \times \text{B社サンプル数}}{\text{A社サンプル数} + \text{B社サンプル数}}$$

b. 速度層別情報 ・ c. その他車両情報 の統合 ⇒ 総和

プローブ提供事業者でカウントされた情報であるので、総和とする。



図 2-26 複数情報源のデータ統合

(4) 所要サンプル数の確保

直近5分のデータ（階層1）だけでは、アップリンク遅れの影響により、一定精度を担保する所要サンプル数を確保できない可能性があるため、直近の過去データ（階層2～6）の活用を検討するが、一方で、情報の鮮度を確保する必要がある。

ここでは、両者のバランスを考慮し、直近の過去15分（3階層）を上限として過去データを活用する。なお、上限については実データを用いた検証で必要に応じ見直すこととした。

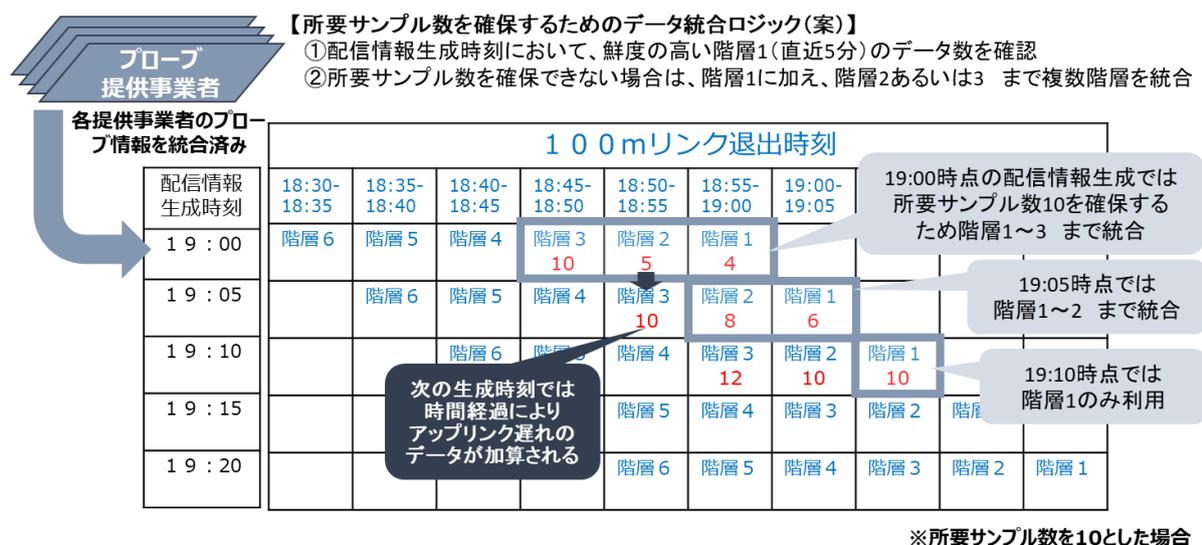


図 2-27 所要サンプル数を確保するためのデータ統合イメージ

2.3.2 技術評価

データ統合サーバを構築し、前項(2.3.1)の技術検討を踏まえた統計処理方式を用いて車線別情報を作成する。さらに、作成した車線別情報に対して、情報精度など実用化に向けた課題分析を行い、必要な改良を行った。

なお、2020年度においては、データ統合サーバを構築し、過去のプローブ統計情報を用いて車線別情報を生成した。さらに、実際の交通状況（渋滞末尾位置等）との比較を行い、生成した情報の精度評価を行った。

(1) 許容遡り階層数と情報生成率の関係整理

1) 整理方法

情報生成に最低必要なサンプル数をNとしたときの、許容遡り階層数^{※1}と情報生成率^{※2}の関係性を整理し、一定区間をカバーするために必要な許容遡り階層数を把握した。なお、許容遡り階層数を増やすと情報鮮度は古くなる。

※1：一定精度を担保する必要サンプル数を確保するために総和をとる階層数の上限

※2：ある時点において、路線全体の区間数に対して、必要サンプル数Nを満たして情報を生成した区間数が占める割合

【許容遡り階層数と情報生成率の関係性整理イメージ】

(情報生成に最低必要なサンプル数をNとする場合)

許容遡り階層数を3階層(15分間)とした場合

時間	区間 ⇒ 進行方向										情報生成率
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
19:00											60%
19:05											60%
19:10											50%
19:15											70%
19:20											60%

サンプル数N以上の場合は情報生成

サンプル数N未満の場合は情報非生成

10区間中6区間で情報を生成



許容遡り階層数を増やすと情報生成率は増加する(但し、情報鮮度の観点から検出精度は低下する)

許容遡り階層数を6階層(30分間)とした場合

時間	区間 ⇒ 進行方向										情報生成率
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
19:00											80%
19:05											90%
19:10											80%
19:15											90%
19:20											70%

10区間中8区間で情報を生成

図 2-28 許容遡り階層数と情報生成率の関係性整理イメージ

2) 対象路線全体の情報生成率

所要サンプル数として、理論値で一定程度の精度が保たれる5台/5分以上とした場合、昼間（7時-19時）の情報生成率は、階層1では10%、階層2では60%、階層3では80%以上となる。一方で、夜間（19時-翌7時）は階層6でもサンプル数は少なく、情報生成率は低い結果となった。

■情報生成率 羽田線上路り 2020/7/8~8/7 平日平均

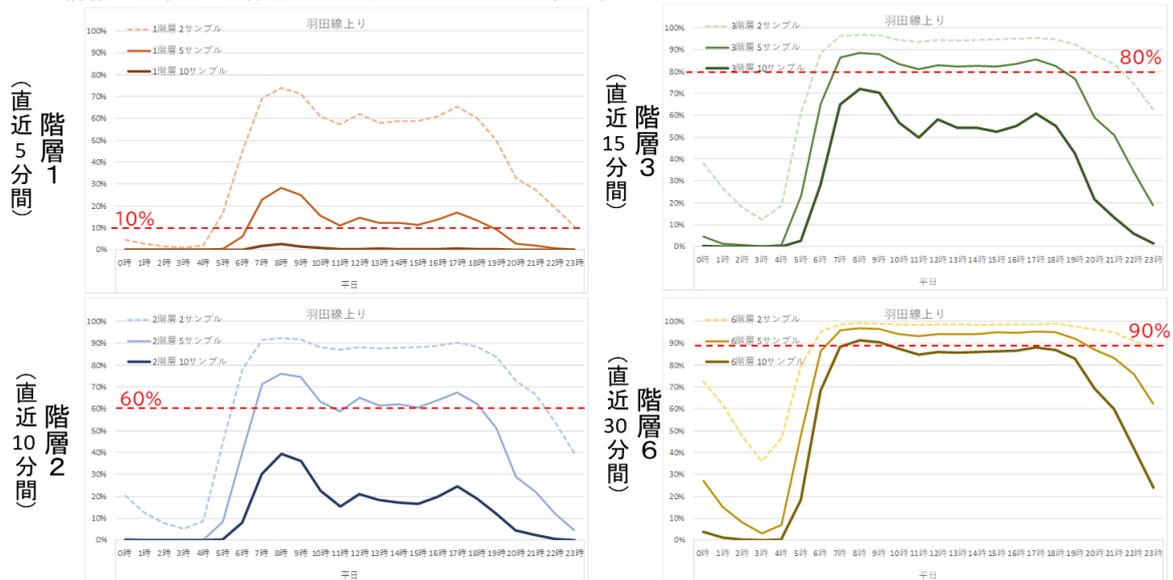


図 2-29 情報生成率 羽田線上路り 2020/7/8~8/7 平日平均

3) 区間別の情報生成率

区間毎では、階層2でも所要サンプル数5台/5分に満たない箇所もあるが、昼間(7時-19時)ならば2台/5分は確保できている。

■情報生成率(100m単位) 羽田線上り 2020/7/8~8/7 平日平均



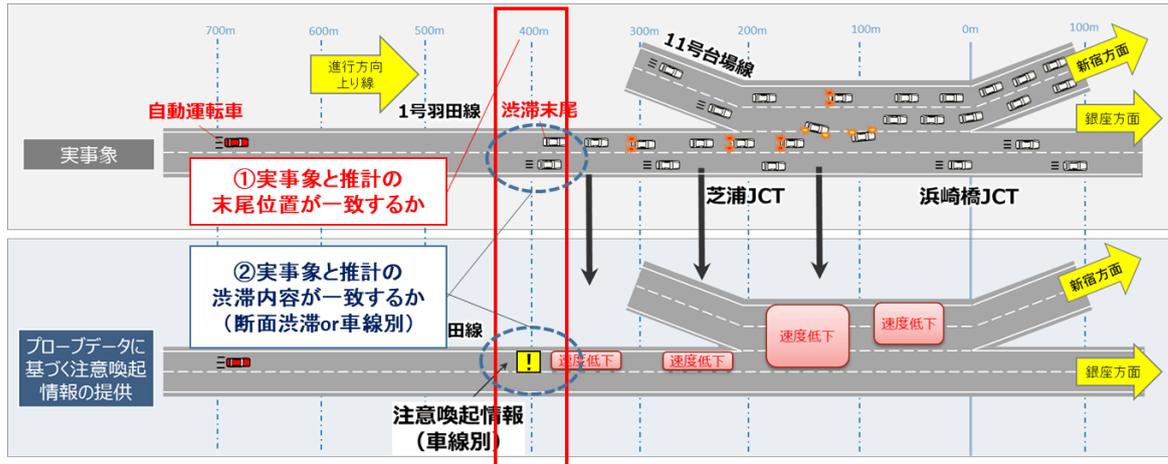
図 2-30 情報生成率(100m単位) 羽田線上り 2020/7/8~8/7 平日平均

(2) 速度情報を用いた事象検知方法の検証

1) 検証方法

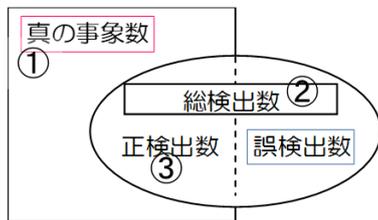
速度情報（速度層別サンプル数）により、渋滞末尾位置や車線別の速度差を検出するために必要なサンプル数を検証した。

具体的には、交通マイクロシミュレーション結果より把握される車線別の交通状況（これを真値とする）と、シミュレーション結果より生成した疑似プローブ情報に基づく推計結果を突合し、真値に対する事象検出率等により評価するものとした。



【検出精度指標の定義】

- 事象検出率 = 正検出数(③) / 真の事象数(①)
- 正検出率 = 正検出数(③) / 総検出数(②)



【必要とするサンプル車両台数把握のイメージ】

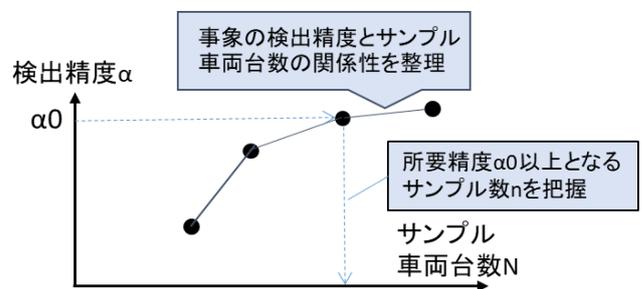
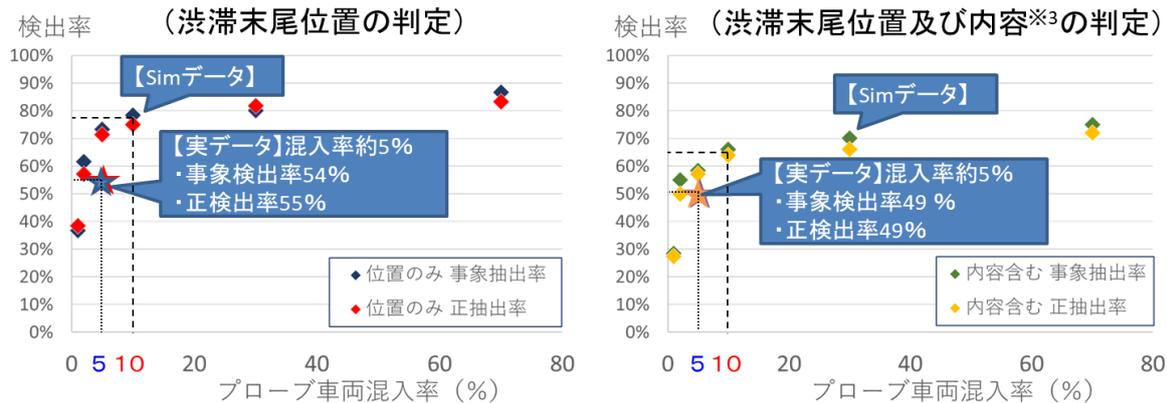


図 2-31 速度情報を用いた事象検知方法の検証イメージ

2) 検証結果

羽田線より浜崎橋JCT手前区間を対象として、交通マイクロシミュレーションにより仮想の交通状況を生じ、プローブ車両混入率に応じた情報生成精度を整理した^{※1}（図 2-32参照）。

これによると、10%程度の混入率で7割程度の情報生成精度が期待できる。また、今回収集した実データ（2020年7月のある一日）での情報生成精度^{※2}は、渋滞末尾位置で5～6割、内容（車線別渋滞か断面渋滞か）を含むと5割程度となった。これは、実データでは、情報生成に用いるプローブ情報にアップリンク遅れが含まれるため、シミュレーション結果に比べやや低い精度になったと推察される。



※1 プローブ車両混入率：1%、2%、5%、10%、30%、70%、判定サンプル数：混入率1%と2%⇒2台、混入率5%と10%⇒5台、混入率30%と70%⇒10台

※2 CCTV映像や走行映像にて確認した真値（車線別渋滞や断面渋滞）と比較
 ※3 内容の判定：「車線別渋滞」または「断面渋滞」を判定

図 2-32 プローブ車両混入率と事象判定精度の関係（羽田線より浜崎橋 JCT 手前区間）

(3) 車両イベント情報を用いた事象検知方法の検証

1) 検証方法

① ウィンカー/ステアリング情報

ウィンカー/ステアリング情報により、横方向の異常を検出することができるか、下記の視点で検証した。

- ・ウィンカー/ステアリング情報の発生区間と渋滞末尾/支障開始位置との関係性
- ・ウィンカーとステアリング情報の有効性の比較

検証に際しては、首都高管制記録（車線規制、事故等）と車両情報（ウィンカー/ステアリング発生件数）の発生状況を突合^{※1}し、両者の関係性を整理した。

※1 2020年7月8日～8月7日の1か月間のうち、ユースケース事象が発生している時間帯・区間において検証

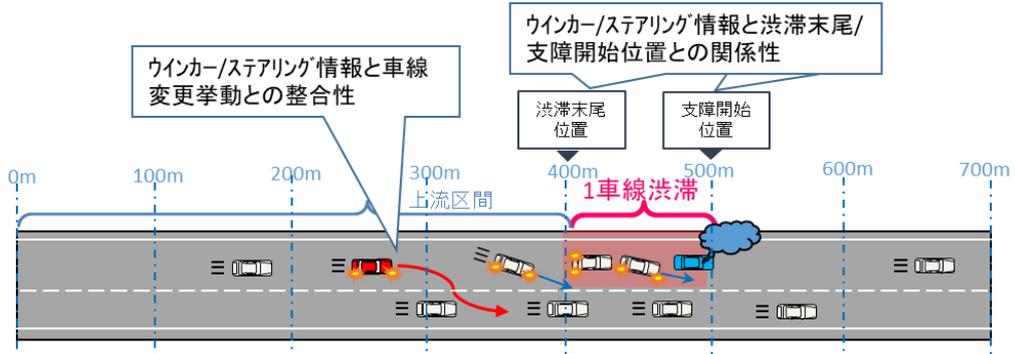


図 2-33 ウィンカー/ステアリングを用いた事象検知方法の検証イメージ

② ブレーキ/急減速情報

ブレーキ/急減速情報により、縦方向の異常を検出することができるか、下記の視点において検証した。

- ・ブレーキ、急減速情報の発生区間と、渋滞末尾/支障開始位置との関係性
- ・ブレーキと急減速情報の有効性の比較

検証に際しては、首都高管制記録（車線規制、事故等）とブレーキ/急減速情報の発生状況を突合^{※1}し、両者の関係性を整理した。

※1 2020年7月8日～8月7日の1か月間のうち、ユースケース事象が発生している時間帯・区間において検証

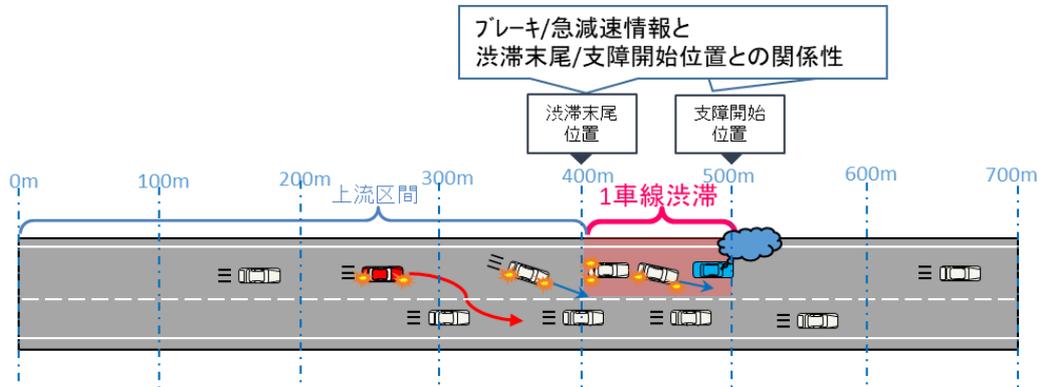


図 2-34 ブレーキ/急減速情報を用いた事象検知方法の検証イメージ

2) 検証対象事例の選定

首都高管制記録（車線規制、事故等）に基づき、2020年7月8日～8月7日の1か月間のうち、開始時間帯が6時台-21時台の車線規制を抽出することとした（22時台-5時台はプローブデータ量が少ないため対象外とした）。

その結果、下記の基準に基づき、分析事例として7事例を選定した。

- ・事故の規模（規制時間）小を1件（事例A）、大を1件（事例B）
- ・管制室の認知の遅い、道路障害物を1件（事例E）
- ・管制室の認知の遅い、故障車の規模（規制時間）の小を1件（事例C）、大を1件（事例D）
- ・工事の2車線（規模大）1件（事例G）、3車線（規模小）1件（事例F）

3) 検証結果

① 車両イベント情報による車線規制等の検知可能性

前項 2)で抽出した7つの事例について、車両イベント情報による車線規制等の検知可能性を検証した結果、下記の事項が考察される。

- プローブデータ数が5台/5分以上の場合、縦方向（進行方向）異常の検知は可能、横方向（車線方向）異常は検知できる場合（事例A）もある。
- プローブデータ数が10台/5分以上と多い場合(D)は、渋滞発生はないが、ブレーキにて縦方向異常を検知できる可能性を有する。
- プローブデータ数が5台/5分未満と少ない場合(B)においても、横方向・縦方向の異常を検知ができる可能性を有する。
- 横方向は「ウインカー」、縦方向は「ブレーキ」が、車線規制等の検知に有用な情報だと考えられる。

表 2-4 車線規制の事象検知の可能性

内容	規模	事例	事象検知状況			プローブデータ数
			イベント横方向	イベント縦方向	速度層縦方向	
事故	小	A 継続時間：1時間 羽田線下り	○ 検知の遅れはあり	○	○	中 5台/5分以上
	大	B 継続時間：2時間59分 湾岸線西行き	△ 回避挙動（右ウインカー） が増	○ 検知の遅れはあり	○ 検知の遅れはあり	少 5台/5分未満
故障車	小	C 継続時間：51分 羽田線上り	×	○ 渋滞規模小	○ 渋滞規模小	中 5台/5分以上
	大	D 継続時間：2時間23分 湾岸線東行き	△ 回避挙動（右ウインカー） が増	○ 渋滞ないが、 ブレーキ増	— 渋滞発生なし	多 10台/5分以上
道路障害物	小	E 継続時間：46分 羽田線下り	×	— 渋滞発生なし	— 渋滞発生なし	中 5台/5分以上
工事	小	F 継続時間：1時間2分 湾岸線上り	×	○	○	中 5台/5分以上
	大	G 継続時間：9時間 羽田線上り	×	— 渋滞発生なし	— 渋滞発生なし	少 5台/5分未満

(4) 速度情報と車両イベント情報の組み合わせによる車線別情報生成手法の確認

1) 確認方法

平日朝夕に湾岸線東行き東海 JCT では、湾岸分岐線から大量に合流する車両を原因とした、第1車線を中心とした車線別渋滞が生じやすい。

そこで、東海 JCT 付近区間を対象に、速度系プローブ情報による速度異常連続区間と、ウインカー情報による合流部や渋滞末尾の挙動から、渋滞末尾や先頭部における注意喚起情報が生成できるかを過去のプローブデータから検証することとした。

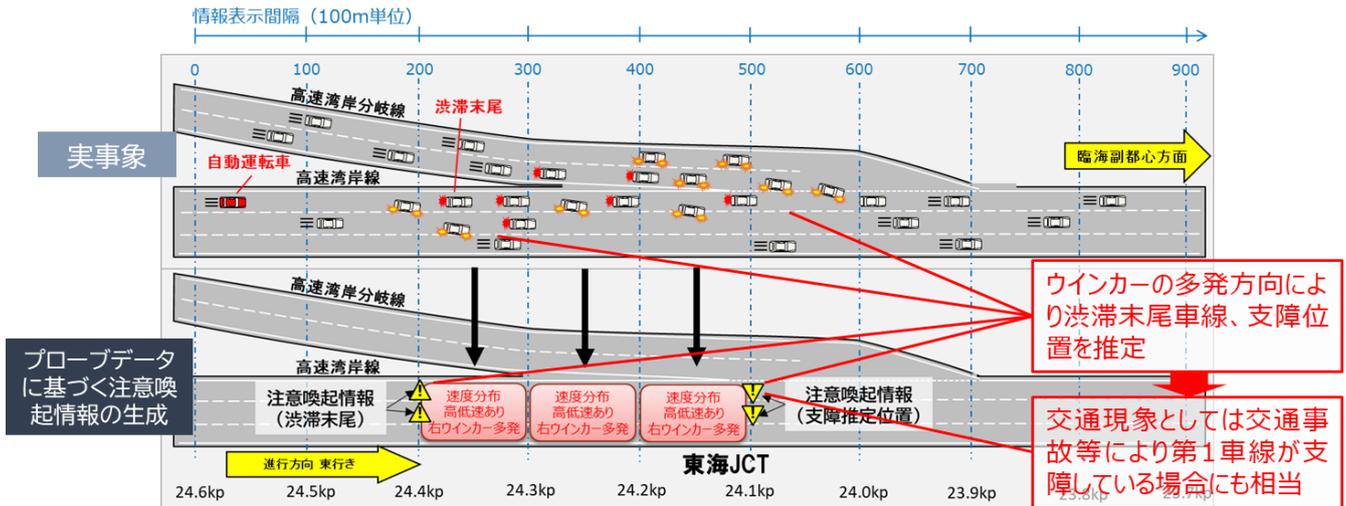
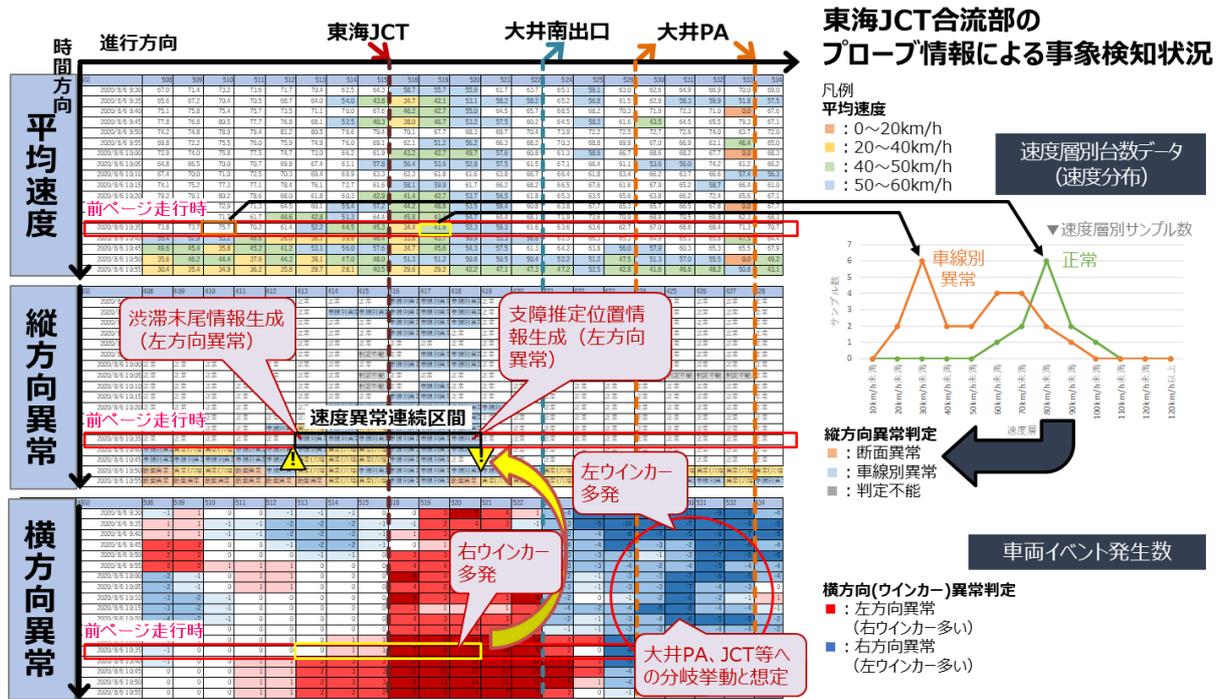


図 2-35 東海 JCT 合流部の交通現象と情報生成概念

2) 確認結果

① 東海 JCT 合流部の渋滞検知

- 縦方向異常（速度分布異常）と、横方向異常（ウインカー多発）とを組み合わせることで、東海 JCT 合流に伴う車線別渋滞を検出し、支障発生位置と渋滞末尾位置（時間帯により車線別）の情報が生成されている。

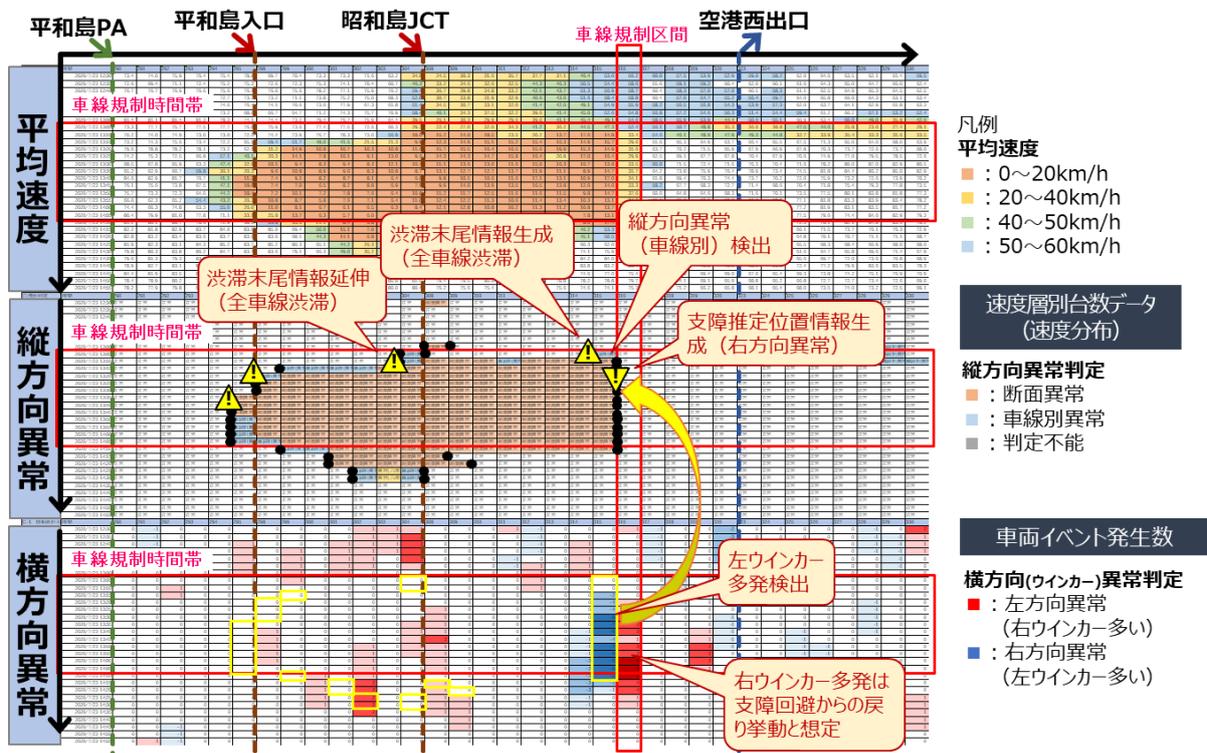


2020年8月某日 湾岸線東行き

図 2-36 東海 JCT 合流部のプローブ情報による事象検知状況

② 事故渋滞の検知

- 東海 JCT 以外で事故事例をみると、このケースでは注意喚起情報として、事故発生の数分後に 100m 上流に渋滞末尾位置情報（全車線渋滞）が生成されている。
- その後渋滞は急激に延伸し、ウインカー多発の検出で先頭部に支障推定位置情報（右方向異常）が生成されている。



2020年7月某日 羽田線下り

図 2-37 事故事例のプローブ情報による検知状況

(5) 技術評価まとめ

1) 複数の情報源のデータ統合

① 許容遡り階層数と情報生成率の関係整理

- ・一定程度の精度が保たれる 5 台/5 分以上での情報生成率は、階層 1 では 10%、階層 2 では 60%、階層 3 では 80%以上（昼間）であった。

2) 車線別道路交通情報の生成

① 速度情報を用いた事象検知方法の検証

- ・現状のプロブ混入率（約 5%）での事象検出率・正検出率は渋滞末尾位置で 5~6 割、内容（車線別渋滞か断面渋滞か）を含むと 5 割程度であった。

② 車両イベント情報を用いた事象検知方法の検証

- ・車両イベント情報にて、横方向異常、縦方向異常がともに検知できる可能性を確認できたが、プロブデータ数が少ないと検知できない場合もあった。
- ・横方向（車線方向）の異常事象検知は「ウインカー」、縦方向（進行方向）の異常事象検知は「ブレーキ」が、有用な情報と言える。

③ 速度情報と車両イベント情報の組み合わせによる車線別情報生成手法の確認

- ・縦方向異常（速度分布異常）と、横方向異常（ウインカー多発）とを組み合わせること
で、東海 JCT 合流に伴う車線別渋滞を検出し、支障発生位置と渋滞末尾位置（時間帯に
より車線別）の情報が生成された。
- ・事故渋滞の検知についても本手法は適用可能だと考えられる。

2.4 車線別情報の配信技術の検討と評価

2.4.1 技術検討

2.3において統合した車線別情報を、実験参加車両もしくはそれを中継するサーバ(将来的に社会実装される段階では、各自動車メーカーのテレマティクスセンター等がこの中継サーバに該当するようになる)と想定)へ提供する技術を検討した。

具体的には、高精度3次元地図に車線別情報を重畳するための位置参照方法、位置にあわせ提供する車線別情報の情報項目などを検討したうえで、メッセージフォーマットを検討した。検討に際しては、他のSIP施策、他の主体で実施されている検討を踏まえることとした。

そのうえで、位置参照方法、提供する車線別情報の情報項目の記述内容、符号化形式などを検討し、符号化方法を具体化した。

なお、2019年度及び2020年度においては、高精度3次元地図に車線別情報を重畳するための位置参照方法に基づいたノードリンク地図の作成方法に関する検討を行った。

また、2021年度においては前年度作成したノードリンク地図の更新を行った。

(1) 位置表現可能なデータへの変換について

プローブ情報を統合し、車線レベル道路交通情報を生成、自動運転車両に提供するまでのノードリンク地図の役割を図2-38に示す。

これによると、データ入力、処理、出力の各段階においてノードリンク地図に紐づいた位置表現が必要とされていることがわかる。

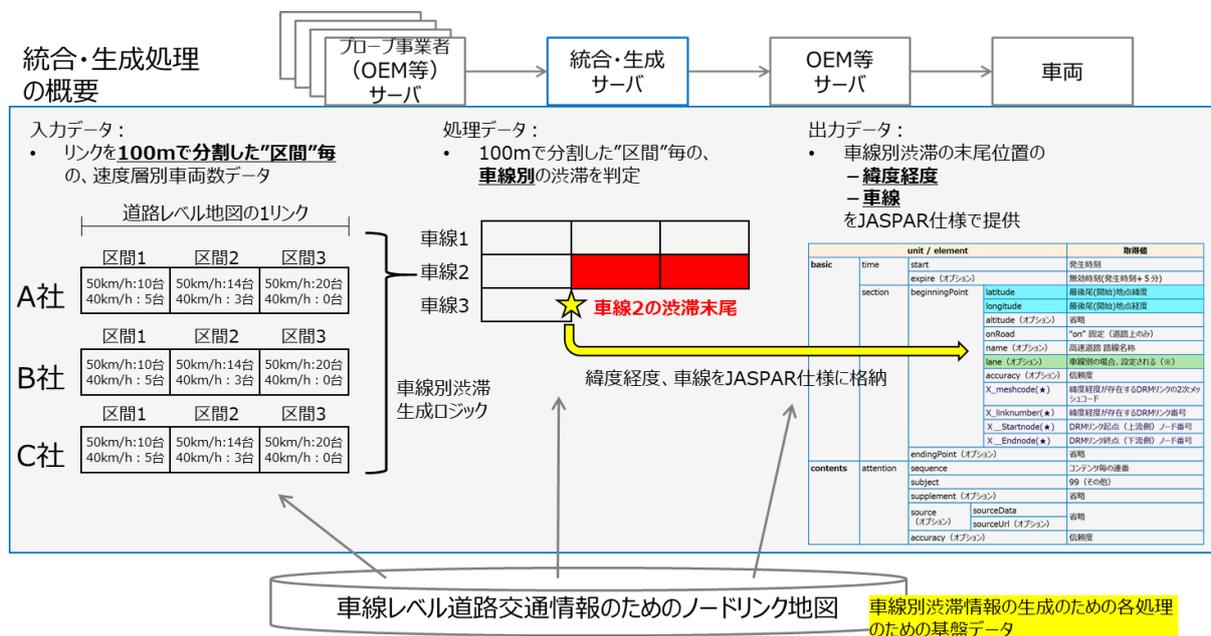


図 2-38 車線レベル道路交通情報の統合・生成におけるノードリンク地図の役割

1) CRP 設定仕様に基づくノードリンク地図の作成方法に関する検討

SIP 第2期「高精度3次元地図における位置参照点（CRP）のあり方に関する調査検討」で検討されている CRP 設定仕様に基づいた位置参照方式の定義を踏まえた符号化仕様を検討するとともに、符号化仕様を踏まえた XML スキーマを検討した。また、高精度地図を用いた、仕様に基づくノードリンク地図の作成方法を検討した。

【作成ステップと作業内容】

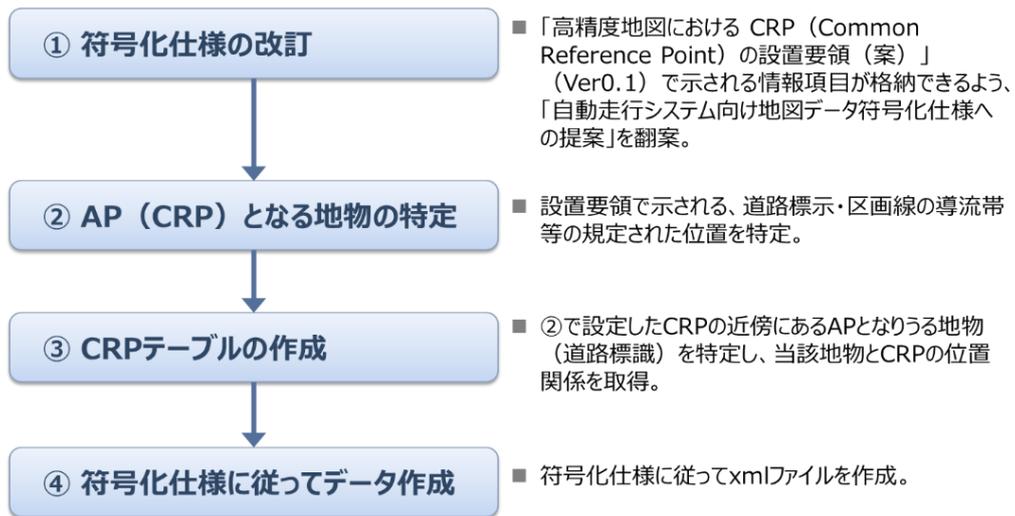


図 2-39 作成ステップと作業内容

① 符号化仕様の改訂

a) CRP/AP の符号化仕様の検討

「自動走行システム向け地図データ符号化仕様への提案」には、AP を表現するためのデータ定義があるものの、「高精度地図における CRP (Common Reference Point) の設置要領 (案)」 (Ver0.1) の内容を踏まえると、CRP と AP の相対距離 ($\Delta x, \Delta y, \Delta z$) が必要なため、僅かに修正が必要であることを確認した。

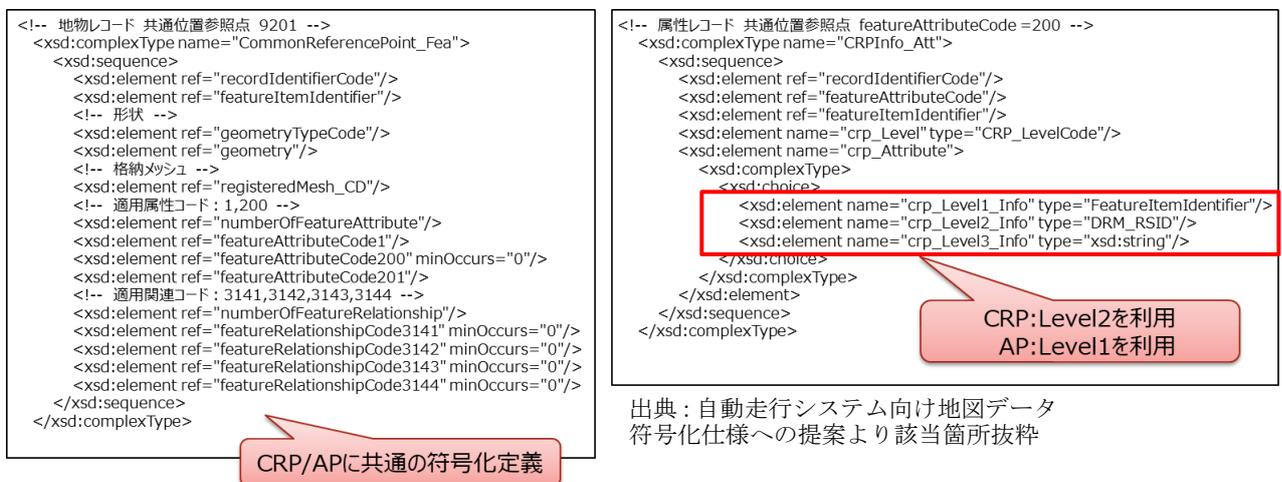


図 2-40 CRP/AP の符号化仕様の検討

b) XMLスキーマの翻案

前項①a)で検討した内容を踏まえ、XMLでデータを生成するために必要な定義文であるXMLスキーマ翻案する。

```
(略)
<xsd:element name="relatedFeatureItemEx" type="FeatureItemIdentifierEx"/>
<xsd:complexType name="FeatureItemIdentifierEx">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element ref="featureCode"/>
    <xsd:element name="extn_FeatureCode" type="Extn_FeatureCode"
minOccurs="0"/>
    <xsd:element name="itemID" type="ItemID"/>
    <xsd:element name="xRelativeDistance" type="RelativeWidthHeightLength"/>
    <xsd:element name="yRelativeDistance" type="RelativeWidthHeightLength"/>
    <xsd:element name="zRelativeDistance" type="RelativeWidthHeightLength"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
(略)
```

図 2-41 XMLスキーマの検討イメージ

② AP (CRP) となる地物の特定

「高精度地図における CRP (Common Reference Point) の設置要領 (案)」(Ver0.1) で示される分岐・合流部の CRP の設置位置となる導流帯等を特定し、CRP の位置を決定する。

a) CRP の設置対象の地物

道路標識、区画線及び道路標示に関する命令の以下の区画線及び道路標示を対象とする。

- ・ 区画線 (別表第四 (第六条関係))
- ・ 路上障害物の接近 (106)
- ・ 導流帯 (107)
- ・ 道路標示 (別表第六 (第十条関係))
- ・ 安全地帯又は路上障害物に接近 (208)
- ・ 導流帯 (208の2)

※今回の試作で導流帯等がない箇所があったため、その場合は区画線交点等に設置した。

b) CRP の設置位置

上記の地物の進行方向の先の点 (先端) の点を取得。導流帯等が台形の場合等は、本線側の点を取得する。

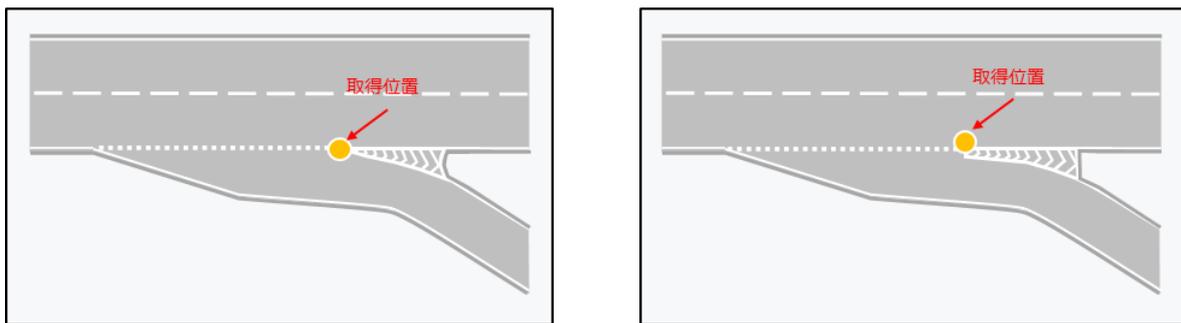


図 2-42 CRP の設置位置 (左 : 先端が取得できる場合、右 : 先端が台形の場合)



出典 : SIP 第 2 期東京臨海部実証実験に係る地図データ (東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与) をもとに、GIS ツールを活用して描画

図 2-43 CRP の設置位置 (高精度 3 次元地図への重畳)

③ CRP テーブルの作成

「高精度地図における CRP (Common Reference Point) の設置要領 (案)」(Ver0.1) では、②で設置した CRP と周辺の地物との関係を CRP テーブルとして整備することが示されている。今回の試作では、周辺の道路標識との位置関係を CRP テーブルとして整備する。

a) CRP テーブルに格納する地物

高精度 3 次元地図に収録されている地物のうち、CRP の近傍の道路付属物としては道路標識のみであったため、CRP テーブルに格納する地物は「道路標識」とした。

b) CRP テーブルに格納する標識

CRP を設置した道路の方向*1 に設置されている標識を選定する。分岐合流する道路、本線側問わず、CRP 近傍の標識 3 点以上を選定する。なお、3 点未満の場合は、道路の方向とは逆の道路に設置されている標識も選定対象とする

*1：高速道路部分は上下線別（方向）別に設定されるため、CRP の設置した方向に対応する道路標識を選定することとした。

c) 標識の取得位置

標識板の下部、進行方向からみて右端*2 を取得位置とする

*2：高精度 3 次元地図では左端を構成点の 1 点目、右端を構成点 2 点目とされていたので、2 点目を取得することとした。

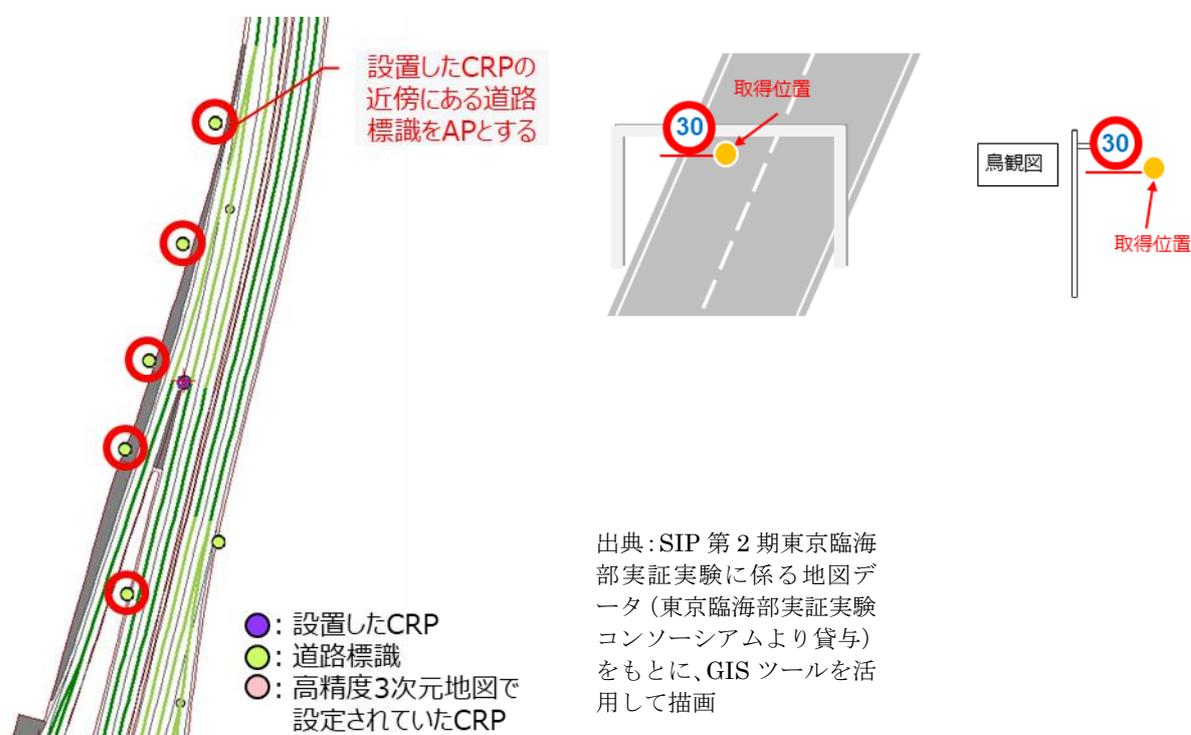


図 2-44 CRP テーブルに格納する標識

④ 符号化仕様に従ってデータ作成

②、③の情報をもとに符号化仕様に従って XML ファイルを作成する。



図 2-45 XML ファイルの作成イメージ

2) 一般財団法人日本デジタル道路地図協会及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンターのリンク地図を車線別に表現した位置参照方式に基づくノードリンク地図の作成方法に関する検討

一般財団法人日本デジタル道路地図協会及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンターのリンク地図を車線別に表現した位置参照方式の定義を踏まえた符号化仕様（以降「高度化 DRM」と記述する）を検討するとともに、符号化仕様を踏まえた XML スキーマを作成した。また、高精度地図を用いた、仕様に基づくノードリンク地図の作成方法を検討した。

【作成ステップと作業内容】

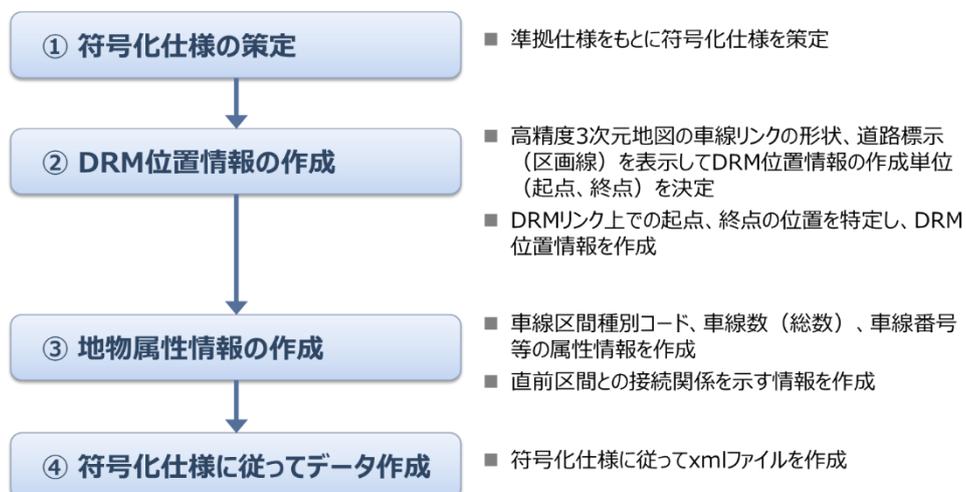


図 2-46 作成ステップと作業内容

① 符号化仕様の改訂

a) 開示文書の確認

開示された一般財団法人日本デジタル道路地図協会のリンク地図の技術資料である、「拡張 DRM_データレコード (案)」を確認し、ノードリンク地図の実装にあたって符号化仕様が不足していることを確認した。

b) 符号化方法の検討

開示された一般財団法人日本デジタル道路地図協会のリンク地図の技術資料である、「拡張 DRM_データレコード (案)」に対し、XML でデータを作成することを想定して、タグ名やデータ型等、実装に必要な符号化方法を検討した。

項目名	単位	多重性	型	小数部桁数	説明	備考 (固定事項等)
レコード識別子 recordIdentifier	—	1	RecordIdentifierCode (=2)	—	メタデータレコード	
メタデータ項目 metaDataItem	—	1	MetaItemDescription	—	メタデータ項目詳細	
接続先・関連先行キメタデータ connectionDestinationMeta	—	1	ConnectionDestinationMeta	—		
DRM-DB drmDb	—	1	DrumDb	—		
DRM-DBの版数 drmDbVersion	文字列	1	string	—	関連付けるDRM-DBの版数を格納	
DRM-DBの更新時点 updateTime	年月日時	1	date	—	関連付けるDRM-DBの更新時点を格納	yyyy-mm-dd
原典資料 originalDocument	—	1..*	OriginalDocument	—		地物の位置と属性の取得元とした資料 (原典資料) の数だけ作成。
原典資料名 originalDocumentName	文字列	1	string	—	地物の位置と属性の取得元とした資料 (原典資料) の名称を格納	
原典資料の平面情報の表現方法 originalDocumentPlaneInfo	文字列	0..1	string	—	地物の位置と属性の取得元とした資料 (原典資料) の平面情報の表現方法を格納	
原典資料の高さ情報の表現方法 originalDocumentElevationInfo	文字列	0..1	string	—	地物の位置と属性の取得元とした資料 (原典資料) の高さ情報の表現方法を格納	
原典資料の地高情報レベル originalDocumentElevationLevel	文字列	0..1	string	—	地物の位置と属性の取得元とした資料 (原典資料) の地高情報レベルを格納	
原典資料の最終更新時点 originalDocumentUpdateTime	年月日時	1	date	—	地物の位置と属性の取得元とした資料 (原典資料) の最終更新日を格納	yyyymmdd
外部DB externalDb	—	0..*	ExternalDb	—		拡張コンテンツ情報レコードと結びつけ可能な情報を格納した外部DB内がある場合に作成する。
外部DBの名称 externalDbName	文字列	1	string	—	接続データベースの関連付け先の外部DBの名称を格納	
外部DBのKEYフィールド名 externalDbKeyField	文字列	1	string	—	外部DBにおける、IDなどレコードを一意に特定できる情報を格納したフィールドの名称を格納 (外部DBと拡張データテーブル間の関連付けのための情報)	
外部DB接続情報の識別情報 externalDbIdentification	文字列	1	string	—	「外部DBのKEYフィールド名」に対応する「外部DB接続情報」クラス内の「外部DB接続情報の識別情報」の値を格納	

符号化のために定義したタグ名

符号化のために定義したデータ型

図 2-47 符号化方法の検討イメージ

c) XML スキーマ作成

前項①b)で検討したタグ名やデータ型等、実装に必要な符号化方法を踏まえ、XML でデータを生成するために必要な定義文である XML スキーマを生成する。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <!-- 0. ルート・レコード -->
  <xsd:element name="extensionDrmDb" type="ExtensionDrmDB-draft-v0-0-1" />
  <xsd:complexType name="ExtensionDrmDB-draft-v0-0-1">
    <xsd:all>
      <xsd:element name="featureName" type="xsd:string"/>
      <xsd:element ref="metaDataSet"/>
      <xsd:element ref="extendedContentInformationDataSet"/>
      <xsd:element ref="extendedInformationDataSet"/>
    </xsd:all>
  </xsd:complexType>

  <!-- レコード 識別子 -->
  <xsd:element name="recordIdentifierCode" type="RecordIdentifierCode"/>

  <!-- 1. メタデータレコード -->
  <xsd:element name="metaDataSet" type="MetaDataSet"/>
  <xsd:complexType name="MetaDataSet">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="recordIdentifierCode"/>
      <xsd:element name="metaDataItem" type="MetaItemDescription"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>


```

図 2-48 XML スキーマの検討イメージ

② DRM 位置情報の作成

a) 高精度地図と DRM-DB の重ね合わせ表示

高精度地図を用いた高度化 DRM 仕様に基づくノードリンク地図を作成するために、DRM-DB を背景とし、高精度地図を重ね合わせて表示するツールを準備した。

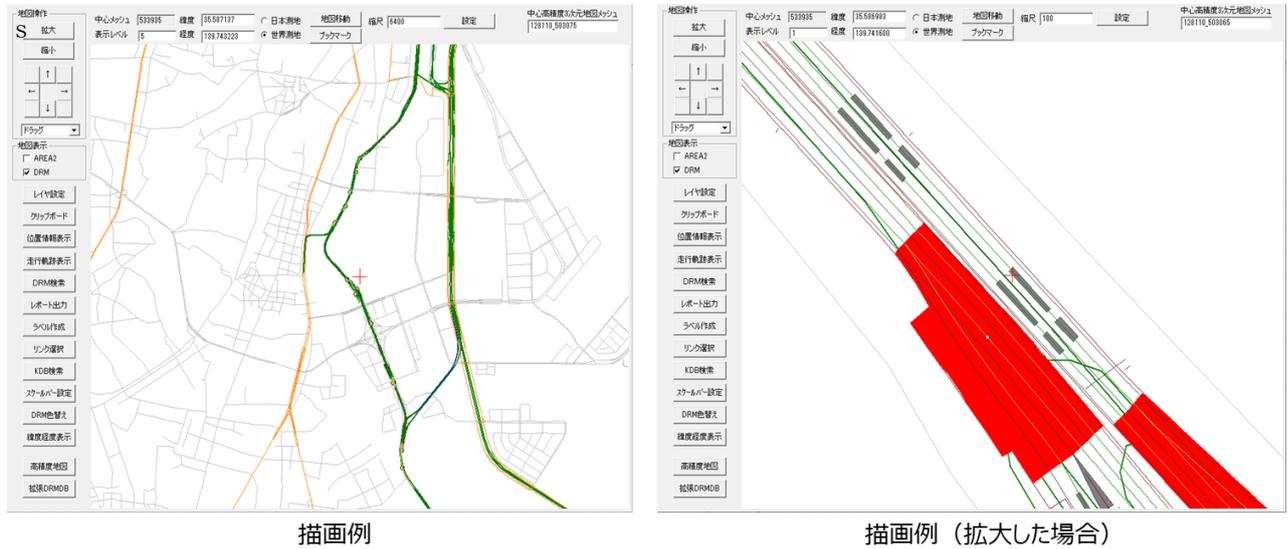


図 2-49 高精度地図と DRM-DB の重ね合わせ表示

b) 属性変化点の目視確認

高度化 DRM-DB においては、既存の DRM-DB のリンクに対して、車線数が増減する地点等の変化点情報を付与することから、属性変化点を目視で確認して、作成済みツールを用いて DRM 位置を算出する。

表 2-5 車線区間種別コードの定義

車線区間種別コード	定義
車線数一定区間	車線の構造が変化せず、車線数も変化しない区間
車線幅変化区間	車線数の増減のために車線幅が変化する区間（車線幅の変化箇所に区画線が存在しない）
車線数変化区間	車線の増減のために車線幅がゼロから増加（ゼロに減少）する区間（車線幅の変化箇所に区画線が存在する）
無車線区間	車線境界線が存在しない（1車線道路は除外）
車線数推定区間	交差点内を除き、前後の区間の車線状態「車線数一定区間」が継続（車線数推定区間を「車線数一定区間」の一部と見なしても良い）
料金所区間	料金所の区間
車線幅・車線数変化区間	車線幅、車線数が併せて変化する区間
交差点内	交差点内の区間

出典：拡張 DRM-DB のデータ標準（案）（概要と UML クラス図）、2019/12/11 をもとに作成

③ 地物属性情報の作成

②で設定した属性区間毎に、車線区間種別コード、車線数（総数）、車線番号等の属性情報を作成する。さらに、直前区間との接続関係を示す情報を作成する。

④ 符号化仕様に従ってデータ作成

②、③の情報をもとに符号化仕様に従って XML ファイルを作成する。

<pre> <extendedContentInformationRecord> <extendedContentRecordId>17</extendedContentRecordId> <drmLocation> <pointSectionCode> <pointSectionCodeValue>2</pointSectionCodeValue> </pointSectionCode> <classificationCode> <classificationCodeValue>3</classificationCodeValue> </classificationCode> <attributeStartPosition> <meshId>533926</meshId> <startNode>0093</startNode> <endNode>1031</endNode> <distanceStartNode>0093</distanceStartNode> <absoluteDistanceStartNode>761.85</absoluteDistanceStartNode> <relativeDistanceStartNode>94.03</relativeDistanceStartNode> </attributeStartPosition> <attributeEndPosition> <meshId>533926</meshId> <startNode>0093</startNode> <endNode>1031</endNode> <distanceStartNode>0093</distanceStartNode> <absoluteDistanceStartNode>774.24</absoluteDistanceStartNode> <relativeDistanceStartNode>95.56</relativeDistanceStartNode> </attributeEndPosition> </drmLocation> <featureAttribute> <featureAttributeUpdateTime>2020-07-21</featureAttributeUpdateTime> <linkDirectionCode> <linkDirectionCodeValue>1</linkDirectionCodeValue> </linkDirectionCode> <featureAttributeDescription> <featureAttributeDescriptionRecord> </pre>	<pre> <lanesDirection> <laneSectionTypeCode> <laneSectionTypeCodeValue>3</laneSectionTypeCodeValue> </laneSectionTypeCode> <numberOfLane>3</numberOfLane> <leftmostLaneNumber>0</leftmostLaneNumber> <laneSpecificInformation> <sectionLaneNumber>0</sectionLaneNumber> <laneVariationInformation> <beforeExtendedContentRecordId>16</beforeExtendedContentRecordId> <beforeLaneNumber>1</beforeLaneNumber> </laneVariationInformation> </laneSpecificInformation> <laneSpecificInformation> <sectionLaneNumber>1</sectionLaneNumber> <laneVariationInformation> <beforeExtendedContentRecordId>16</beforeExtendedContentRecordId> <beforeLaneNumber>1</beforeLaneNumber> </laneVariationInformation> </laneSpecificInformation> <laneSpecificInformation> <sectionLaneNumber>2</sectionLaneNumber> <laneVariationInformation> <beforeExtendedContentRecordId>16</beforeExtendedContentRecordId> <beforeLaneNumber>2</beforeLaneNumber> </laneVariationInformation> </laneSpecificInformation> </lanesDirection> </featureAttributeDescriptionRecord> </featureAttributeDescription> </featureAttribute> </extendedContentInformationRecord> </pre>
---	---

図 2-50 XML ファイル作成イメージ

(2) データ共有（配信）について

1) JASPAR 仕様について

生成した情報を情報統合・生成サーバから、臨海部実証実験コンソーシアムのサーバに配信する際のセンター間のデータ共有について、JASPAR 仕様規格を適用する。

JASPAR は、コンテンツをネットワーク上のオンラインまたはオフラインでやりとりする際のデータフォーマットを定義するとともに、ネットワーク上に存在するサーバに対し、情報入出力の API を定義する。

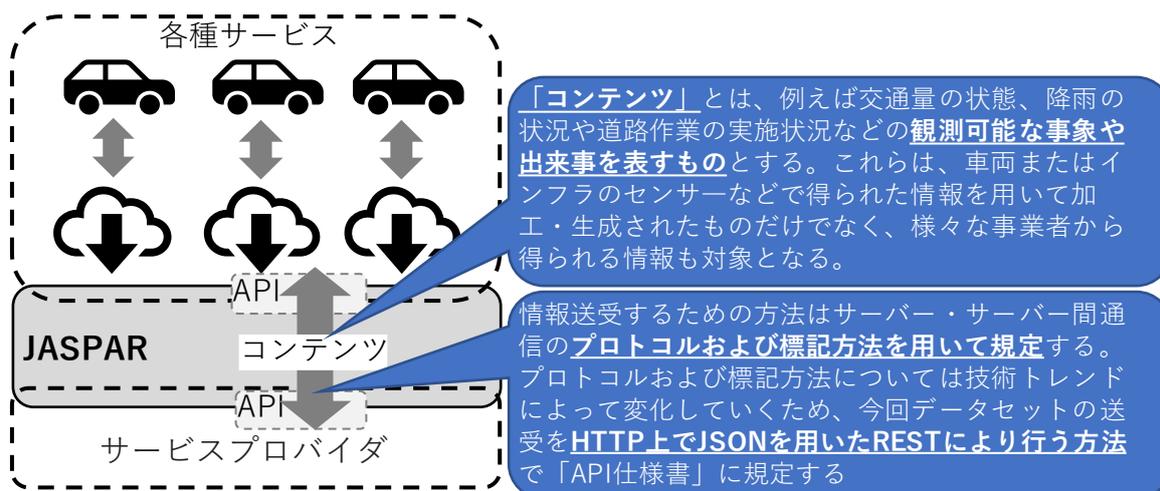


図 2-51 JASPAR 仕様規格の概念

2) データ共有仕様 (案)

サーバ間で参照するメッセージセットは、「空間情報」と「コンテンツ本体」より構成されており、空間情報には有効時間と緯度経度表現が含まれる。

生成した注意喚起情報を表示する地点並びに車線区分については、地点詳細項目の緯度・経度、車線により記述する。

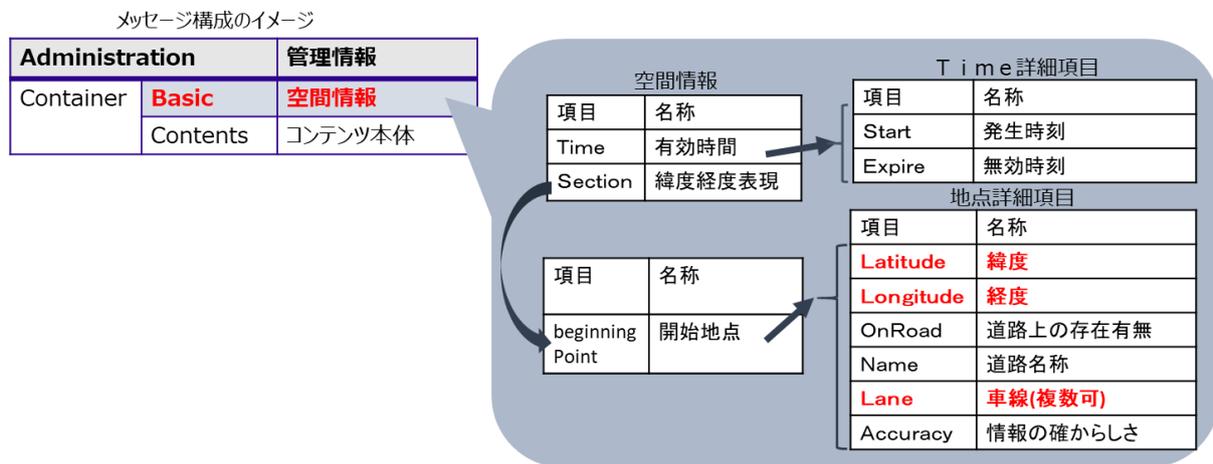


図 2-52 メッセージ構成のイメージ (空間情報)

生成した注意喚起情報は、コンテンツ本体において、「5.注意喚起事象」に位置付けて配信する。なお、項目 Subject、Accuracy については、下図に示す定義を用いて実証実験を行った。

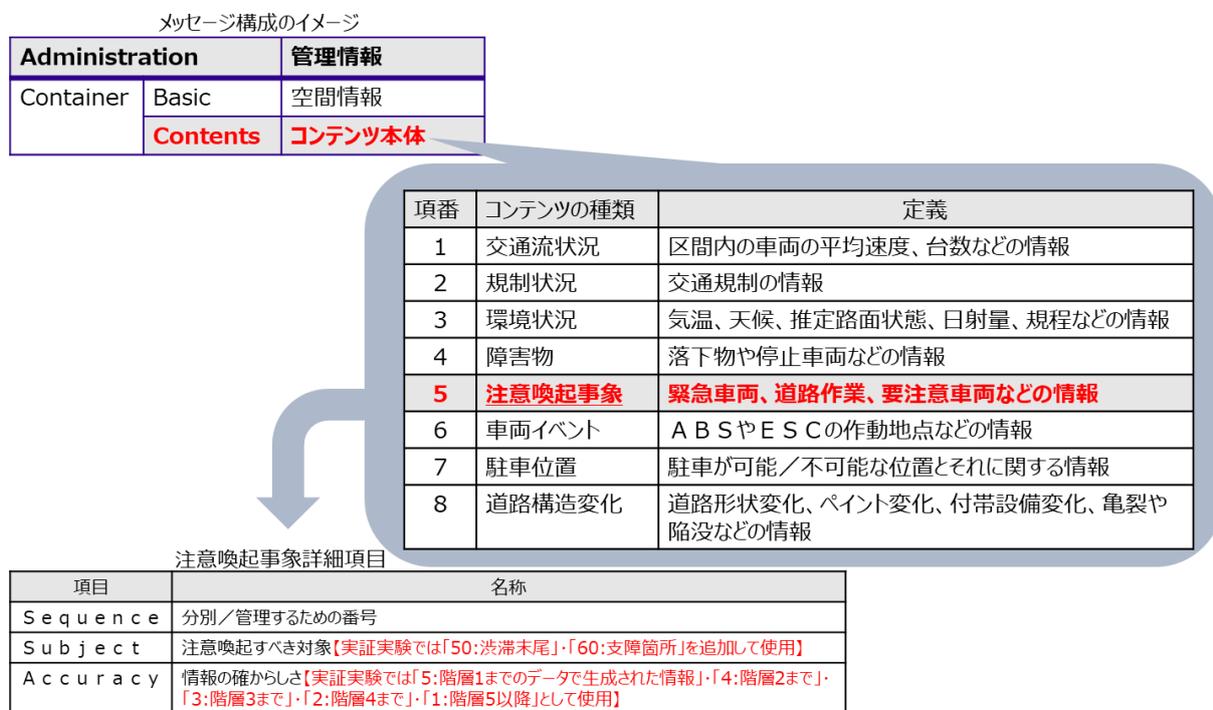


図 2-53 メッセージ構成のイメージ (コンテンツ本体)

1) CRPに基づいたノードリンク地図の試作

① 試作概要及び試作に用いたデータ

【対象道路】

- 首都高速羽田線 (汐留ランプ～羽田ランプ)
- 首都高速湾岸線 (臨海副都心ランプ～湾岸環八ランプ)

【対象範囲】

上記道路のうち本線、ランプの連結路を 試作対象範囲とした (図 2-56 参照)。

【準拠仕様】

- ・CRP の設置方法、AP の特定方法等は、「高精度地図における CRP (Common Reference Point) の設置要領 (案) (Ver0.1)」
- ・符号化仕様は、「自動走行システム向け地図データ符号化仕様への提案」

【原典データ】

- ・「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第 2 期 / 自動運転 (システムとサービスの拡張)」のうち「東京臨海部実証実験の実施」で作成された高精度 3 次元地図データ

箇所	リリース日
首都高速羽田線	2020年6月2日リリースデータ
首都高速湾岸線	2020年6月30日リリースデータ

② 試作を実施したうえで明らかとなった事項

CRP の設置要領では、分岐・合流箇所に存在する導流帯等に CRP (AP) を設置することになっているがデータ試作時に以下のような課題が明らかとなった。

a) 分岐・合流箇所で導流帯等が存在しない箇所

試作対象箇所の分岐・合流箇所に、導流帯等が存在しない箇所があることが判明した。そこで、データ試作時には、分岐・合流箇所の区画線の交点等に CRP を設置した。

今回の試作箇所で数カ所存在したため、導流帯等がない場合の CRP 設置ルールを詳細化する必要があると考える。

b) CRP の位置の変化の可能性

今回の試作では、特定の時点の高精度 3 次元地図をもとに導流帯等に CRP を設置したが、導流帯等は道路構造の変化が生じなくても変化する可能性がある。

現在の設置要領では、実在する地物を AP とし、AP から決められたルールに従い CRP を設置することになっている。分岐・合流部は、AP を導流帯等とし、当該位置を CRP とすることになっているが、導流帯等の位置が変わると CRP の位置も変わってしまうので、CRP の位置が変化しやすい可能性がある。

c) 高精度 3 次元地図の CRP と試作で設置した CRP の位置の差

高精度 3 次元地図で設定されていた CRP と、本試作のデータ作成手順に従って設置した CRP は取得基準が異なるため設置位置に差があることが判明した。

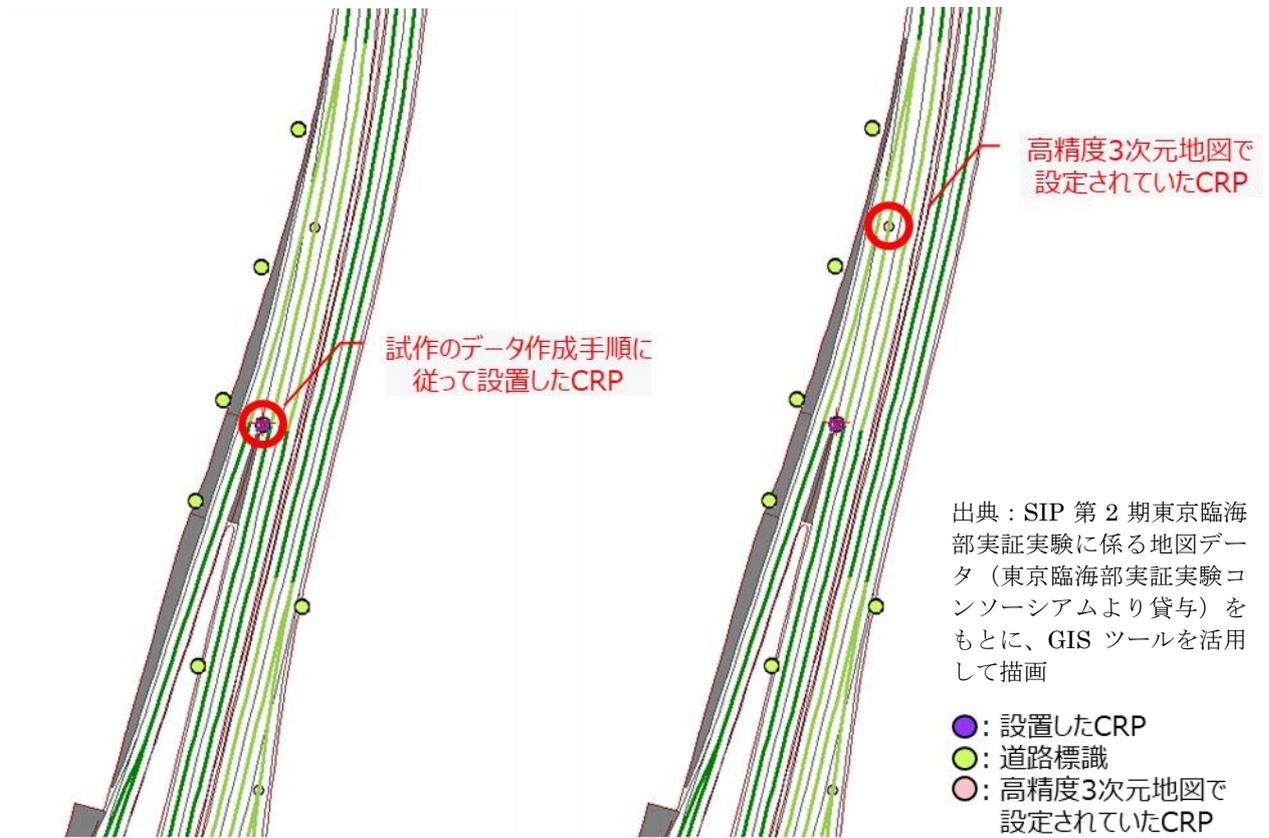


図 2-55 CRP の設置位置の差異

2) 高度化 DRM に基づくノードリンク地図の試作

① 試作概要及び試作に用いたデータ

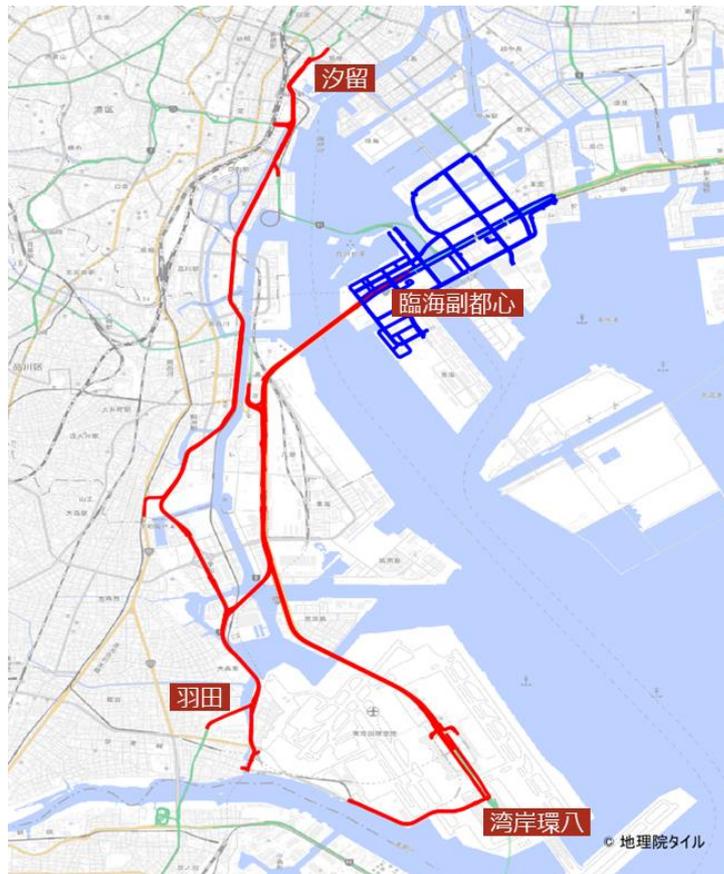
【対象道路】

首都高速羽田線 (汐留ランプ～羽田ランプ)

首都高速湾岸線 (臨海副都心ランプ～湾岸環八ランプ)

【対象範囲】

上記道路のうち本線、ランプの連結路を試作対象範囲とした (図 2-56 参照)。



出典：
地理院タイル (淡色地図) を
加工して作成

※赤線部分のうち、一般道の「汐留出口・入口」及び「羽田空港-首都高接続道」は除く。

図 2-56 ノードリンク地図作成対象 (赤線：首都高部分が作成対象)

【準拠仕様】

「拡張 DRM-DB のデータ標準 (案) (概要と UML クラス図)」及び「拡張 DRM-DB のデータ標準 (レコードフォーマット)」(2019/12/11 版)

【原典データ】

「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第 2 期 / 自動運転 (システムとサービスの拡張)」のうち「東京臨海部実証実験の実施」で作成された高精度 3 次元地図データ

箇所	リリース日
首都高速羽田線	2020 年 6 月 2 日リリースデータ
首都高速湾岸線	2020 年 6 月 30 日リリースデータ

【DRM データベース】

DRM 標準の版：A 版（Shift JIS 形式）

版番号：3203

② 試作を実施したうえで明らかとなった事項

試作時に準拠した高度化 DRM-DB のデータ標準では、以下、規定が不足する部分があったため試作の際に規定を具体化し、データを試作した。

a) 車線番号の設定方法（詳細は図 2-57～図 2-62 を参照）

開示されたデータ標準（2019/12/11 版）等では、車線番号の付与方法が明確に規定されていなかった。今回の試作では、原則、単路部（本線）の車線番号が分岐・合流部でも変化しないよう、車線番号の付与ルールを規定した。

今回の試作では、「車線区間種別コード」で示される車線区間のうち 2 つの種別は該当する箇所がなかった。また、都市高速のみであり、車線番号の付与ルールについては、他の道路等も確認のうえ、現行の仕様を詳細化する必要があると考える。

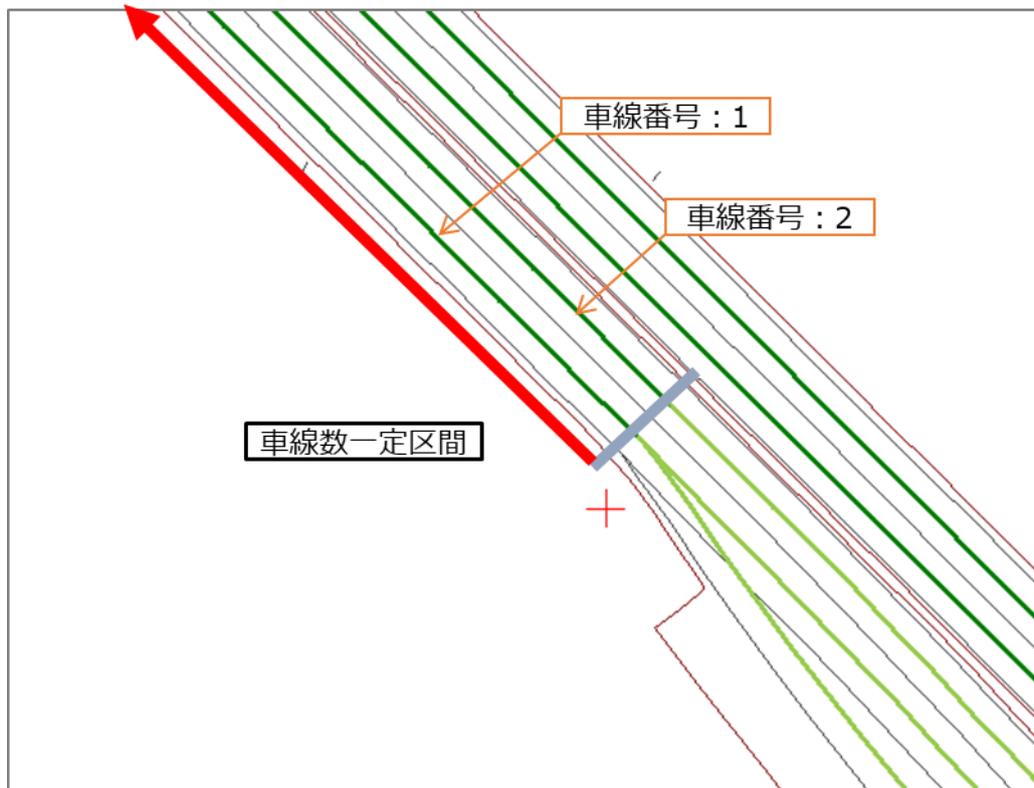
b) 高精度 3 次元地図と DRM-DB での位相の差（詳細は図 2-63 を参照）

データ試作の原典資料とした高精度 3 次元地図と DRM-DB で、分岐・合流位置の位相の差がみられた。そのうち、標準では DRM-DB を修正するとされているケースについて、今回の試作では便宜的にルールを決めデータを試作した。

当該ケースの場合、DRM-DB を修正することとされているが、DRM-DB の修正の時間を要す場合等も考えられることから、当該ケース場合のデータ作成ルールも決めておく必要があると考える。

<参考>a) 車線番号の設定方法【車線数一定区間の設定例】

- ・本線、連結路等で分岐、合流等の車線の変化がない区間である。
- ・進行方向の左端の車線を「1」とし、右側へ「n」カウントアップする。



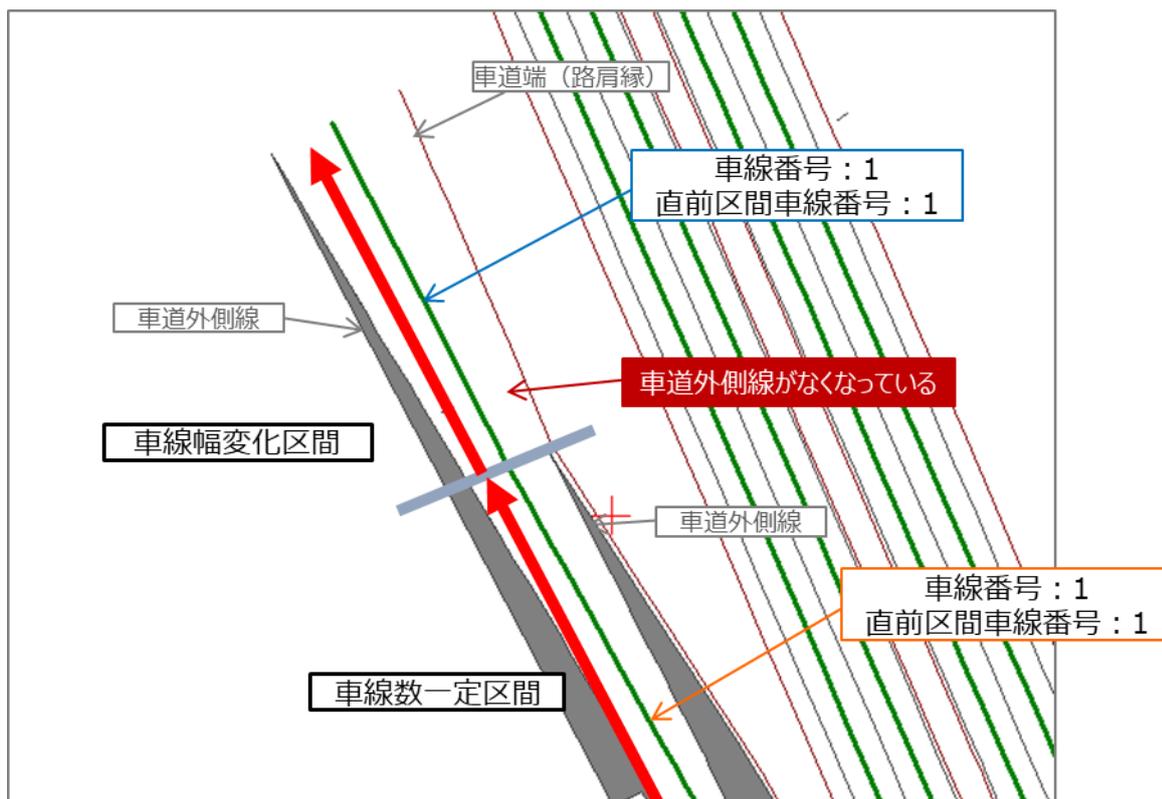
- : 属性の設定範囲の境界
- ← : 属性の設定範囲

出典：SIP 第2期東京臨海部実証実験に係る地図データ（東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与）をもとに、GIS ツールを活用して描画

図 2-57 車線番号の設定方法（車線数一定区間）

<参考>a) 車線番号の設定方法【車線幅変化区間の設定例】

- ・分岐（合流）の箇所にて、区画線が存在しない区間である。
- ・本線の進行方向の左端の車線を「1」とし、右側へ「n」カウントアップ
- ・変化する車線に枝番を設定する。
- ・車線数の変化がなくとも、車道外側線がない区間を車線幅変化区間として設定（下図のケース）する。



- : 属性の設定範囲の境界
- ← : 属性の設定範囲

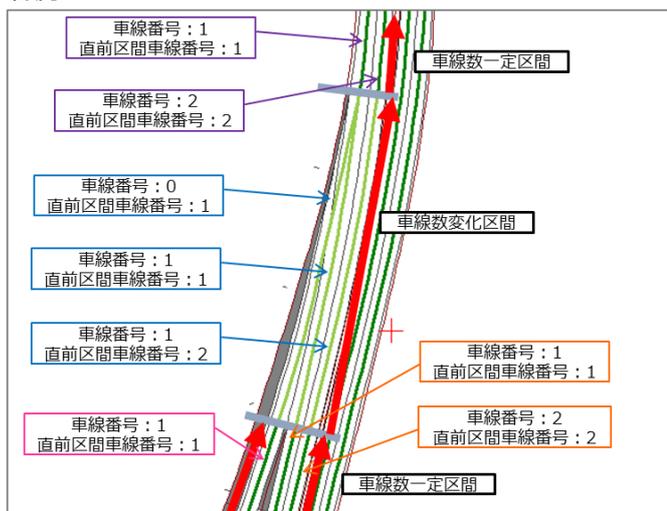
出典：SIP 第2期東京臨海部実証実験に係る地図データ（東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与）をもとに、GISツールを活用して描画

図 2-58 車線番号の設定方法（車線幅変化区間）

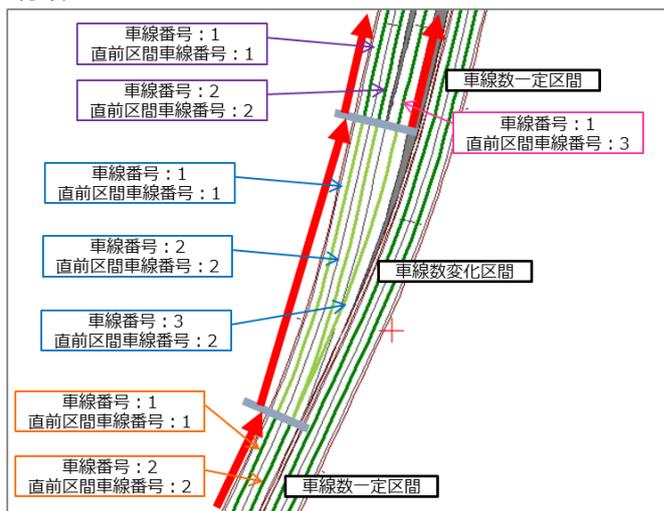
<参考>a) 車線番号の設定方法【車線数変化区間の設定例】

- ・分岐（合流）にて、車線境界線が存在する区間である。
- ・本線の進行方向の左端の車線を「1」とし、右側へ「n」カウントアップする。
- ・左側へ分岐（左側から合流）する場合、車線番号を「0」で追加する。
- ・右側へ分岐（右側から合流）する場合、車線番号を「n+1」で追加する。

合流



分岐



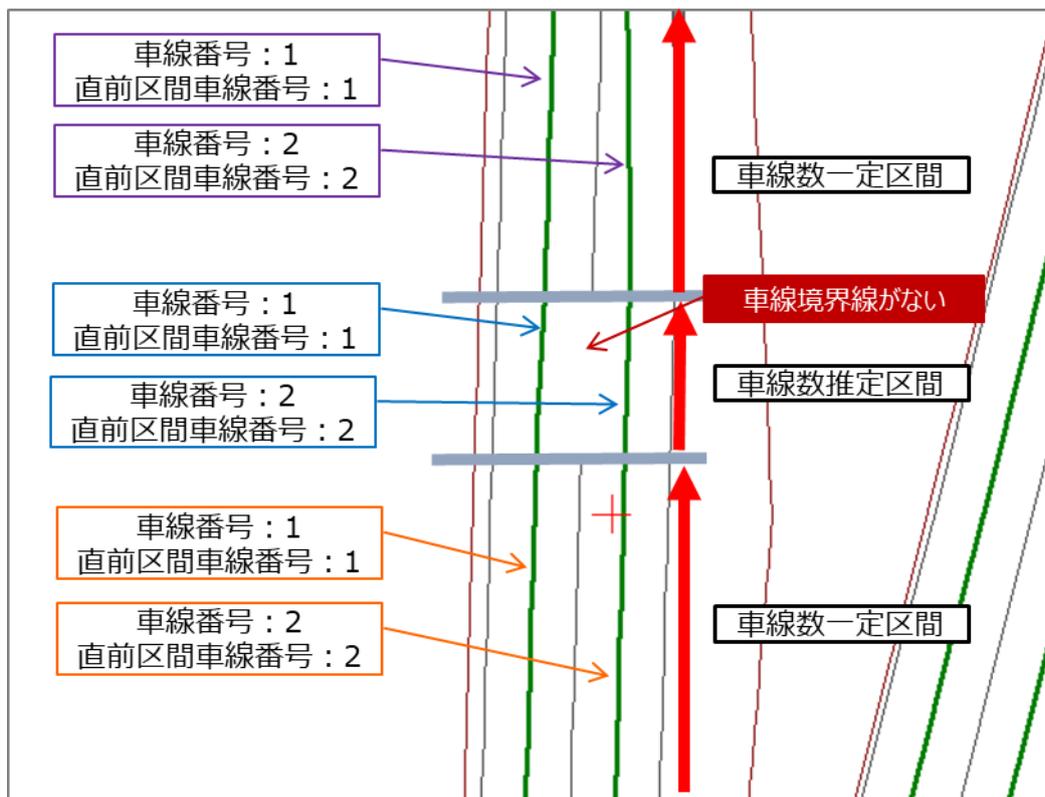
- : 属性の設定範囲の境界
- ← : 属性の設定範囲

出典：SIP 第2期東京臨海部実証実験に係る地図データ（東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与）をもとに、GIS ツールを活用して描画

図 2-59 車線番号の設定方法（車線数変化区間）

<参考>a) 車線番号の設定方法【車線数推定区間の設定例】

- ・ 車線数一定区間で、車線境界線が存在する区間である。
- ・ 本線の進行方向の左端の車線を「1」とし、右側へ「n」カウントアップする。



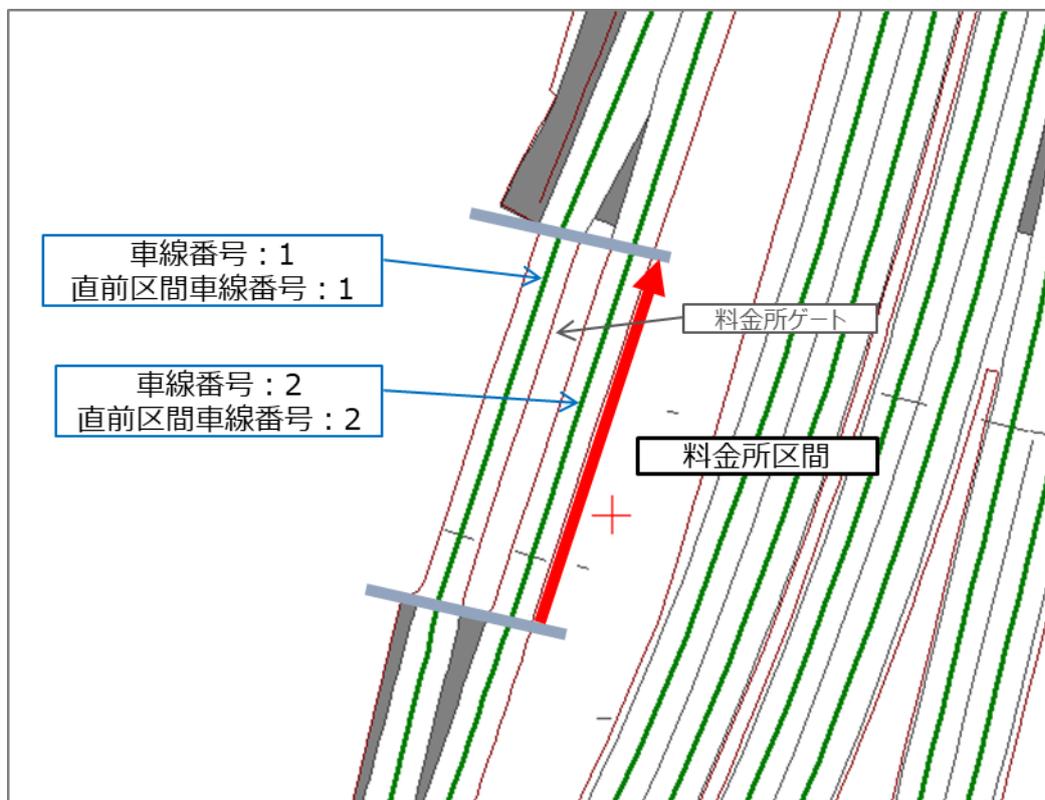
— : 属性の設定範囲の境界
 ← : 属性の設定範囲

出典：SIP 第 2 期東京臨海部実証実験に係る地図データ（東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与）をもとに、GIS ツールを活用して描画

図 2-60 車線番号の設定方法（車線数推定区間）

<参考>a) 車線番号の設定方法【料金所区間の設定例】

- ・料金所の収受施設（ブース）が存在する区間である。
- ・本線の進行方向の左端を「1」とし、右側へ「n」カウントアップする。



- : 属性の設定範囲の境界
- ← : 属性の設定範囲

出典：SIP 第2期東京臨海部実証実験に係る地図データ（東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与）をもとに、GIS ツールを活用して描画

図 2-61 車線番号の設定方法（料金所区間）

<参考>a) 車線番号の設定方法【車線幅・車線数変化区間の設定例】

- ・分岐（合流）にて、車線境界線が存在して分岐（合流）し、その分岐内（合流内）で車線境界線が存在せずに分岐（合流）する区間である。
- ・左側へ分岐（左側から合流）する場合、車線番号を「0」で追加
右側へ分岐（右側から合流）する場合、車線番号を「n+1」で追加
- ・変化する車線に枝番を設定する

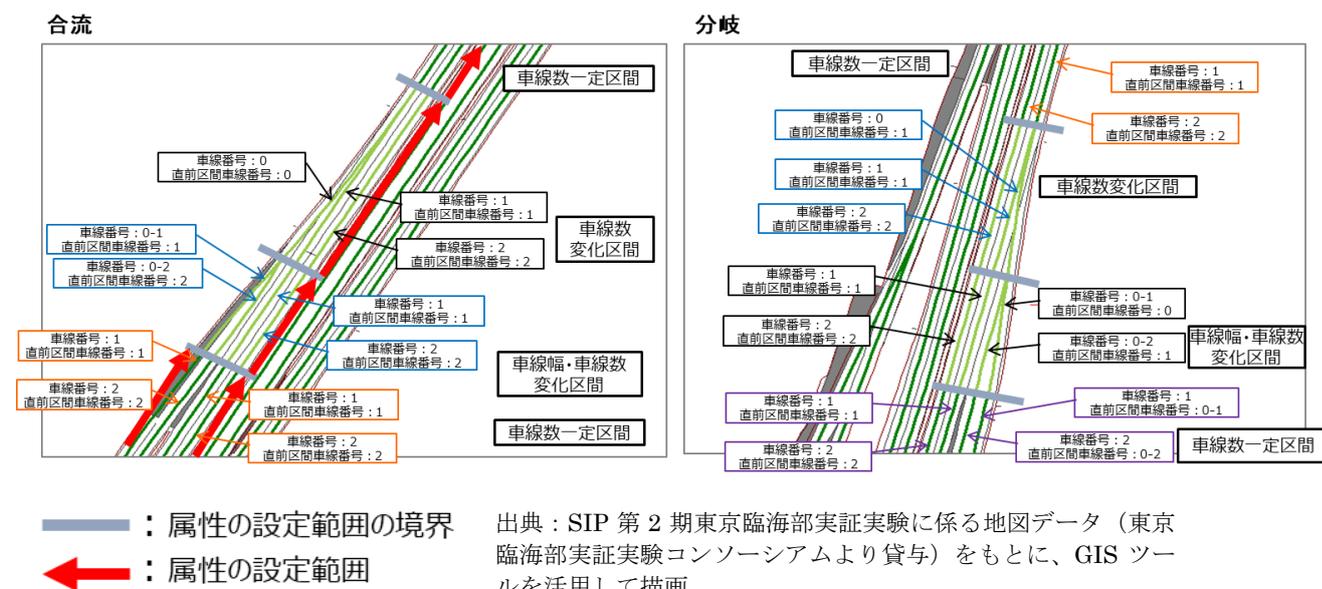


図 2-62 車線番号の設定方法（車線幅・車線数変化区間）

<参考>b) 高精度 3 次元地図と DRM-DB での位相の差

湾岸線空港中央の連結路で位相が異なるケースが存在。このような箇所が生じた場合は DRM-DB を修正することになっているが、今回は暫定的にデータを試作した。

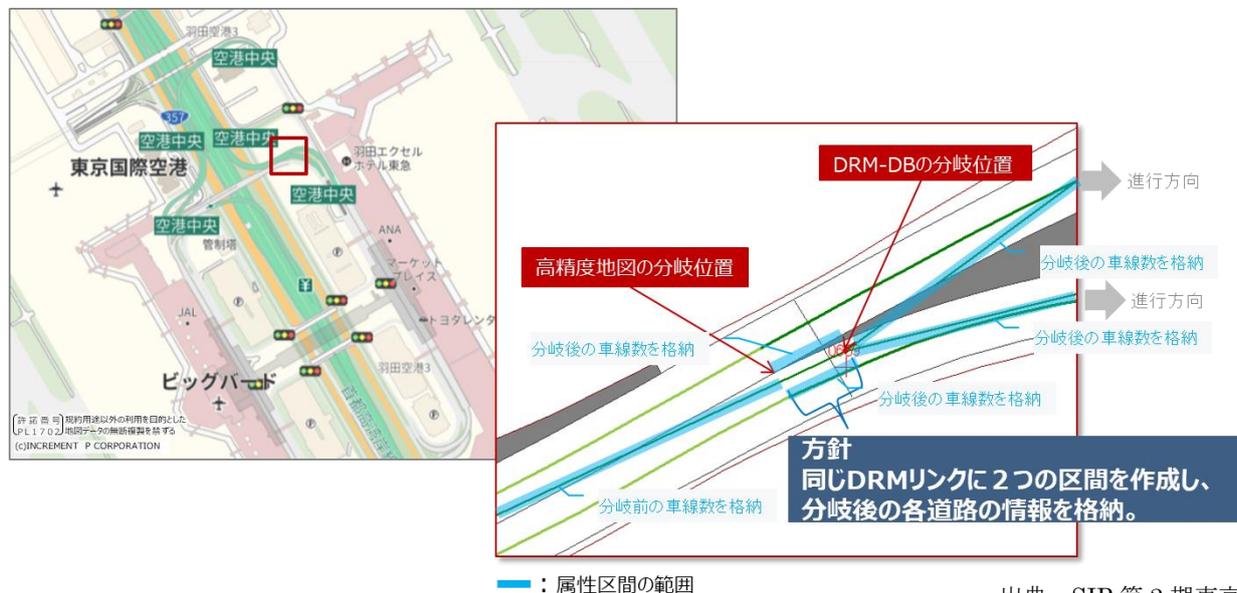


図 2-63 高精度 3 次元地図と DRM-DB での位相の差

出典：SIP 第 2 期東京臨海部実証実験に係る地図データ（東京臨海部実証実験コンソーシアムより貸与）をもとに、GIS ツールを活用して描画

3) 実証実験における位置表現方法

本事業で実施する実証実験において、高度化 DRM-DB の位置表現方法は以下の通りになると考えられる。

① 高度化 DRM-DB の位置表現方法

a) 横方向の位置の表現方法

- ・車線番号を参照して対象区間の車線表現をする。

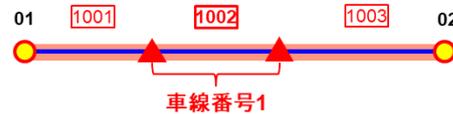
b) 縦方向の位置の表現方法

- ・DRM リンク ID とリンク上の座標の組合せ、あるいは DRM リンク上の割合（DRM ノード 01 から 30%~50%）等を参照して対象区間の位置表現とする。

参照される高度化DRM-DBに収録される情報(例)

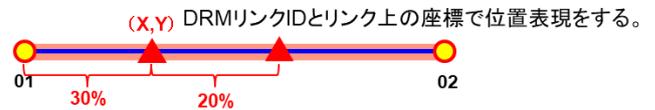
拡張コンテンツレコードID	1002
DRM 属性開始位置	ノード01から30%
位置 属性終了位置	ノード01から50%
属性中継点	(なし)
方向 車線区間種別コード	2: 車線幅変化区間
別車線数 車線数(総数)	3
左端車線番号	0
主要車線番号	1
車線 当該区間車線番号	0
車線数変位	隣接区間の拡張コンテンツレコードID
	1001
	隣接区間の車線番号
	1
車線 当該区間車線番号	1
車線数変位	隣接区間の拡張コンテンツレコードID
	(なし)
	隣接区間の車線番号
	(なし)
車線 当該区間車線番号	2
車線数変位	隣接区間の拡張コンテンツレコードID
	(なし)
	隣接区間の車線番号
	(なし)

①横方向の位置の表現方法



車線番号を参照して対象区間の車線表現をする。
(拡張コンテンツレコードID1001、車線番号1 等)

②縦方向の位置の表現方法



DRMリンク上の割合（DRMノード01から30%~50%）等を参照して対象区間の位置表現をする。

- : DRMリンク
- : DRMノード
- ▲ : 区間の開始地点・終了地点
- 01 : ノード番号
- : 拡張情報の付与区間
- 1001 : 拡張コンテンツレコードID

図 2-64 横方向、縦方向の位置表現方法の例

4) 実証実験システムで利用する位置表現方法についての特徴整理

高度化 DRM、CRP とともに、車線別の表現が可能な位置表現方法である。一方、実証実験においては、情報源側のデータが DRM リンクに紐づいて送られてくることを考慮すると、位置表現方法の変換処理が少ない高度化 DRM を利用することが効率的であると考えられる。

表 2-6 実証実験システムで利用する位置表現方法についての特徴整理

	高度化DRM	CRP
車線別でのデータ表現	◎ 高度化DRMで整備される車線についての情報を活用することで、車線別のデータ表現が可能	◎ CRPの2点間の相対位置と左車線からの車線数を格納することで、車線別のデータ表現が可能
地図データ試作	◎ SIPの高精度3次元地図を参照することで、高度化DRM地図データを試作済み	◎ SIPの高精度3次元地図を元に、標識や導流帯などの地物データからCRP地図データを試作済み
実験システムの活用における留意点	◎ 実験システムでは、情報源のデータ（システムに入力するデータ）がDRMリンクに紐づくことから、 変換処理が容易	○ 実験システムでは、情報源のデータ（システムに入力するデータ）がDRMリンクに紐づくことから、 CRPや高精度地図へのマッチング処理が必要

(2) データ共用（配信）仕様

1) データ共用（配信）フォーマット（JASPAR 仕様）:

実証実験を通じて、注意喚起情報の配信に際して、現行の JASPAR 仕様の課題を整理した。

現行の JASPAR 仕様には、注意喚起コンテンツとして「渋滞末尾」は規定されていなかったが、実証実験では渋滞末尾情報を明示的に配信するために、渋滞末尾は 50、支障箇所は 60 を新たな標記番号として規定した。については、今後の事業化に向けて、専用の標記番号を採番することが望ましいと考えられる。

表 2-7 JASPAR 車両情報共有データセット仕様書において定義している注意喚起コンテンツ

標記番号	内容	目安
1	緊急車両	緊急走行状態の緊急車両が存在
10	蛇行車両	2車線以上の車線をおよそ30秒以上持続して占有するような走行をしている車両、または10秒間に1回より早い車線変更を概ね3回以上連続的に行っている車両が存在
11	高速車両	制限速度に対しておよそ50km/h以上超過している車両が存在
12	逆走車両	逆走している車両が存在
20	作業車両	路面清掃や証明清掃、除雪などの作業車両が存在
30	工事	道路工事を実施
40	作業	植栽、速度などの作業を実施
99	その他	上記で定義されていない対象

現行仕様には、注意喚起コンテンツとして「渋滞末尾」は規定されていなかったが、実証実験では渋滞末尾情報を明示的に配信するために、渋滞末尾は 50、支障箇所は 60 を新たな標記番号として規定した。

2) データ配信処理時間等

東京臨海部コンソサーバ側で任意の1分周期で車線レベルの道路交通情報を取得し、実験参加者に配信した。これを実現するために、車線別サーバ内でプローブ情報を処理するAPIの起動時刻は1分毎とした。

ここで、車線別サーバ内でのAPIの処理時間は7秒程度であった。また、東京臨海部コンソサーバからのリクエストを受けてからレスポンスするまでの車線別サーバ内での応答時間は1秒未満であった。

【実証実験の概要】

- ・プローブ情報は5分周期(情報更新タイミングはプローブ事業社サーバ側に依存)で情報更新すると規定した。
- ・実験参加者には、東京臨海部コンソサーバ側で任意の1分周期で車線レベルの道路交通情報を取得し情報配信することで協議し、合意を得た。
- ・複数プローブ事業社を接続する前提で実装する事で情報遅延を最小限とするため、1分毎の起動処理を実現するAPIを実装した(APIの処理時間は7秒程度)。
- ・東京臨海部コンソサーバからのリクエストを受けてからレスポンスするまでの車線別サーバ内での応答時間は1秒未満であった。

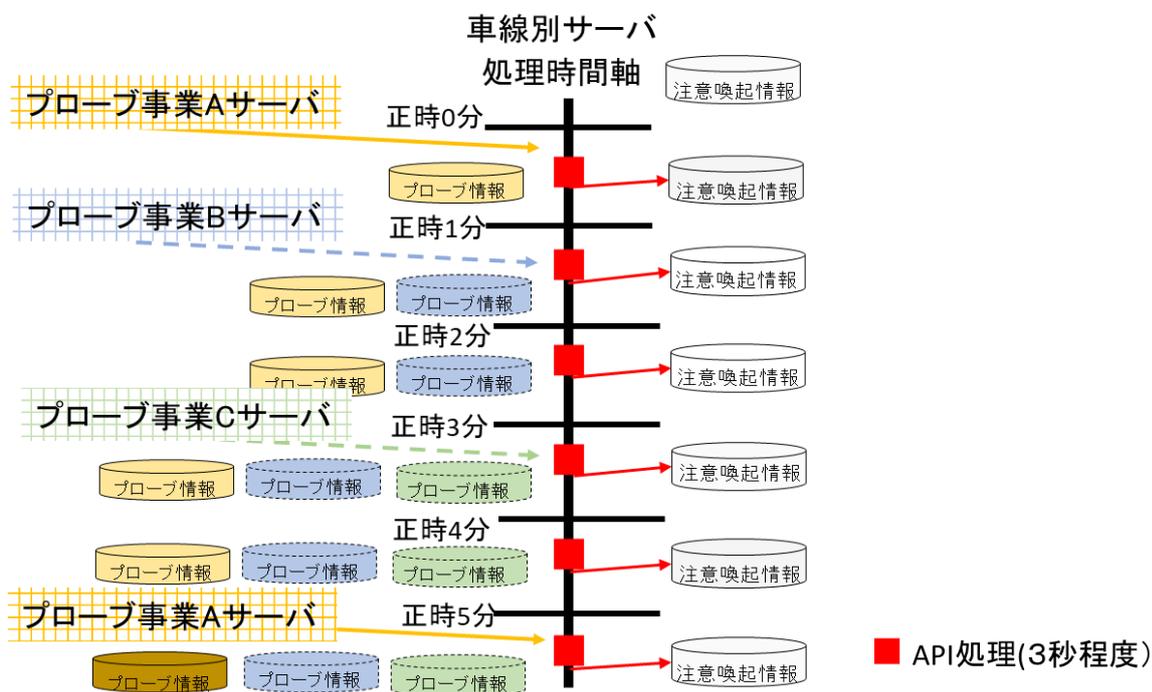


図 2-65 データ配信処理時間のイメージ

(3) 技術評価まとめ

1) 位置表現可能なデータの変換

① 高度化 DRM、CRP ノードリンク地図の試作

- ・車線レベル道路交通情報の統合・生成処理のために、道路レベル地図（実証実験においては DRM-DB）と、高精度 3 次元地図を元データとして、100m 毎の区間の車線数を整理したデータを生成した。
- ・実際のデータ試作を通じた気づき事項を技術仕様（案）に反映した。

② プローブデータの位置表現方法

- ・入手可能なプローブデータの位置表現方法を踏まえ、実験へ活用する位置表現方法を選定した。
- ・実績のある SIP 第 1 期での位置表現方法を採用した。

2) データ共有（配信）

① データ共有（配信）フォーマット（JASPAR 仕様）

- ・実証実験を通じ、注意喚起情報を配信する際に、現行の JASPAR 仕様の課題を整理した。
- ・現行仕様には、注意喚起コンテンツとして「渋滞末尾」は規定されていなかったが、実証実験では渋滞末尾情報を明示的に配信するために、渋滞末尾は 50、支障箇所は 60 を新たな標記番号として規定した。

② データ配信処理時間

- ・情報遅延を最小限とするため 1 分毎の起動処理を実現する API を実装。なお、API の処理時間は 7 秒程度であった。
- ・東京臨海部コンソサーバからのリクエストを受けてからレスポンスするまでの車線別サーバ内での応答時間は 1 秒未満であった。

2.5 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価

2.5.1 技術検討

2.1～2.4 の検討により配信される車線レベル道路交通情報を含む交通環境情報について、実証実験で表 2-8 に示す実証仮説を検証するため、図 2-66 に示す集約サーバで実施する各種交通環境情報の収集技術を検討した。

ただし、緊急通報情報（事故情報）については、当初想定していた情報源からの情報収集が、情報源との協議の結果困難となったため、収集する際のデータ項目等の机上検討までを行った。

表 2-8 収集技術の検討対象の交通環境情報

交通環境情報	情報源	実証仮説
車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交通情報サーバ	民間車両プローブの統計処理により、実用的な車線レベルの交通環境情報生成、配信と利活用を実現
降雨情報	気象業務支援センター	高精細な降雨情報を利用して ODD 外れを先読み判断、余裕持ってドライバーへの TOR 発出や走路計画の変更を実現
模擬緊急車両 位置情報	事業者 A* ※「GNSS 等を活用した信号制御等に係 る研究開発」	接近中の模擬緊急車両位置情報取得により、適切な注意喚起、進路変更、退避走行等を実現
V2N 信号情報	事業者 B* ※「東京臨海部におけるネットワーク経 由での信号情報提供の実験環境の構 築」	配信遅延が想定されるネットワーク経 由による信号情報を現示表と絶対時刻 同期で補完することにより、自動運転車 およびドライバーの有効活用を実現
緊急通報情報 (事故情報)	—	緊急通報情報（事故情報先読み情報）の 配信による、走路計画修正、予備減速等 で、安全で滑らかな走行を実現。

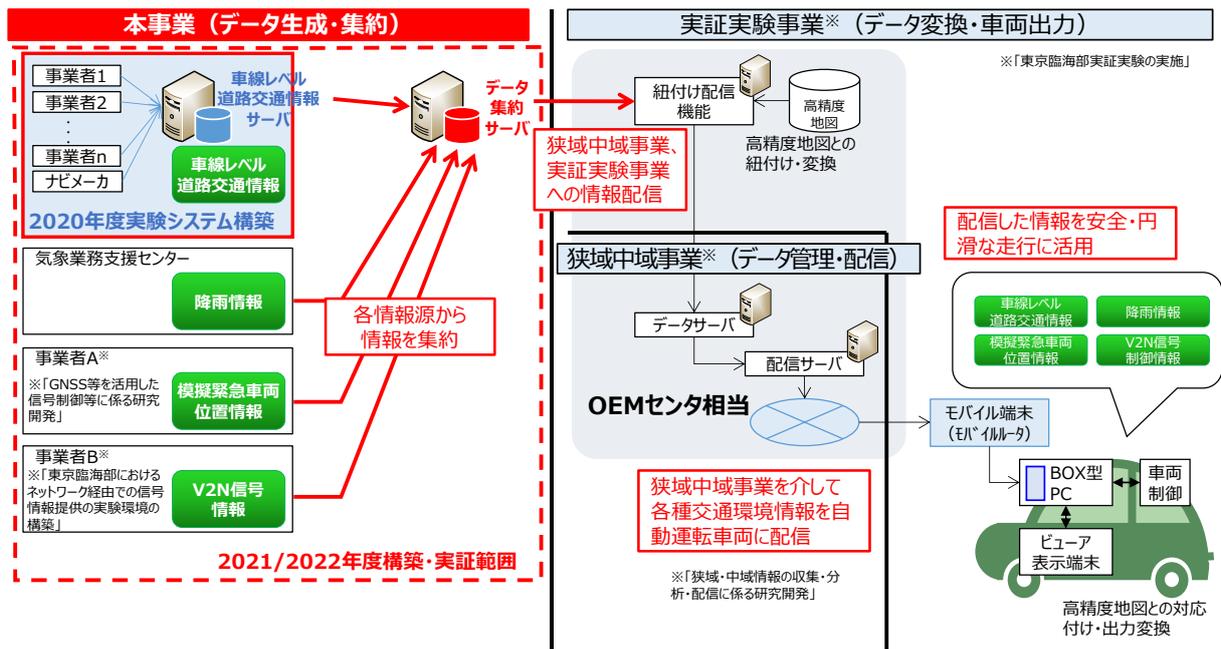


図 2-66 実証実験環境の全体構成

交通環境情報ごとの情報収集の周期・情報表現形式・通信方式の検討結果概要を表 2-9 に示す。

表 2-9 交通環境情報ごとの情報収集の周期・情報表現形式・通信方式

交通環境情報	情報源	収集周期	情報表現形式	通信方式
車線レベル 道路交通情報	車線レベル道 路交通情報サ ーバ	1分周期	JASPAR：JSON形式 コンテンツ：attention	HTTP
降雨情報	気象業務支援 センター	5分周期	GRIB2 (国際気象通報式 FM92 GRIB 二進形 式格子点資料気象通報式 (第2版))	SFTP
模擬緊急車両 位置情報	事業者 A	随時	独自のバイナリ形式	UDP
V2N 信号情報	事業者 B	随時	独自のバイナリ形式	UDP
緊急通報情報 (事故情報)	—	「接続機関における自動車からの緊急通報の取扱いに関 するガイドライン」(H30.5、警察庁・消防庁・国土交通 省)に沿ったデータ項目を、情報源の定めるインタフェ ース仕様で収集することを想定		

(1) 車線レベル道路交通情報について

車線レベル道路交通情報は、実証実験エリア（首都高羽田線・湾岸線）を対象として、民間車両プローブの統計処理により「渋滞末尾」・「支障箇所」の位置情報として生成される情報であり、本情報の収集・配信により、実用的な車線レベルの交通環境情報生成、配信と利活用を実現することを想定し、技術検討を行った。

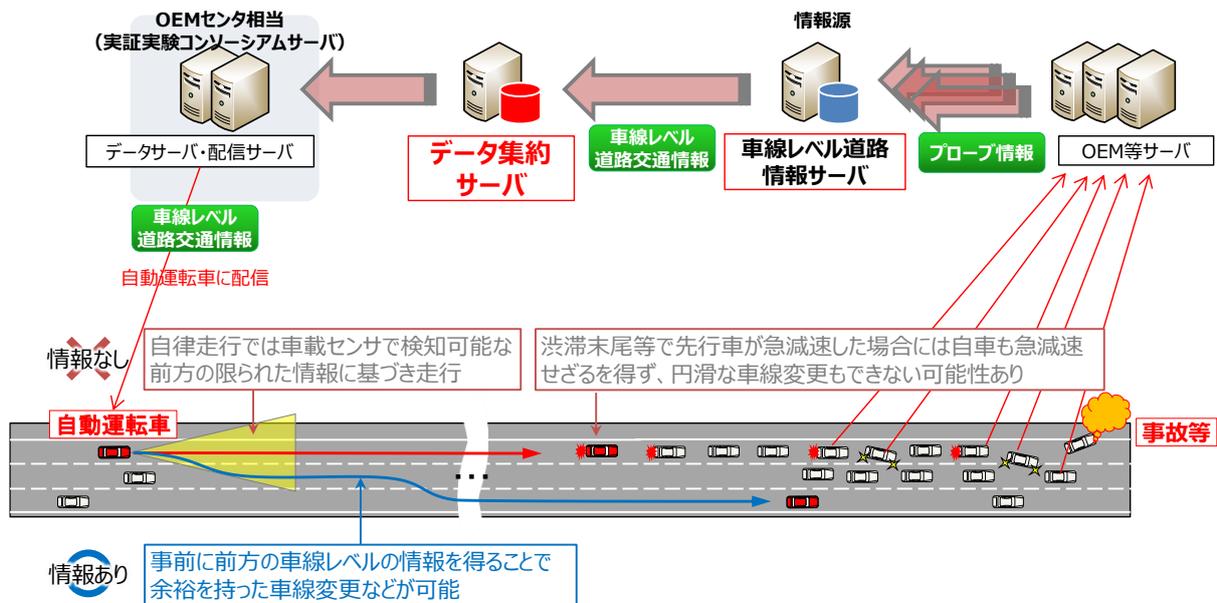


図 2-67 車線レベル道路交通情報の収集・配信における実証仮説イメージ

1) 情報源の概要

車線レベル道路交通情報は、本事業で 2020 年度に構築した車線別道路交通情報サーバにて、プローブ OEM 事業者よりプローブ情報を収集し、統計処理を行った上で、「渋滞末尾」・「支障箇所」の位置情報として配信している。

また、車線レベル道路交通情報は、実験参加者向けに情報配信する JASPAR 仕様である注意喚起情報の形式で生成されている（詳細は 2.1～2.4 に記載）。

2) 情報項目の検討

車線レベル道路交通情報は、車線レベル道路情報サーバにて、実験参加者向けに情報配信する JASPAR 仕様の注意喚起情報で定義され、生成されている。

そのため、車線レベル道路交通情報の情報項目は、JASPAR 仕様の注意喚起情報（コンテンツ：attention）に沿った情報項目（JSON 形式）を採用した（図 2-68）。

```

"container":[
  {"basic":{
    "time":{
      "start":"2020-10-01T13:30:00.000",
      "expire":"2020-10-01T13:35:00.000"
    },
    "section":{
      "beginningPoint":{
        "latitude":36.1234567,"longitude":139.1234567,
        "onRoad":"on","name":"首都高速羽田線"
        "lane":["1","2"],"accuracy":1
      }
    }
  }
  "contents":{
    "attention":{"sequence":1,"subject":50}
  }
}
]

```

標記番号は下記を使用

【渋滞末尾】標記番号：50

【支障箇所】標記番号：60

図 2-68 JASPAR 仕様の注意喚起情報に沿った JSON 形式データ例

3) 情報収集インタフェースの検討

車線レベル道路交通情報のインタフェース仕様についても、車線レベル道路交通情報サーバで採用されている **JASPAR 仕様**に沿ったインタフェース (**HTTP プロトコル、JSON 形式の情報表現**)を採用し、**情報生成周期と同様の 1 分周期で情報を収集**することとした。

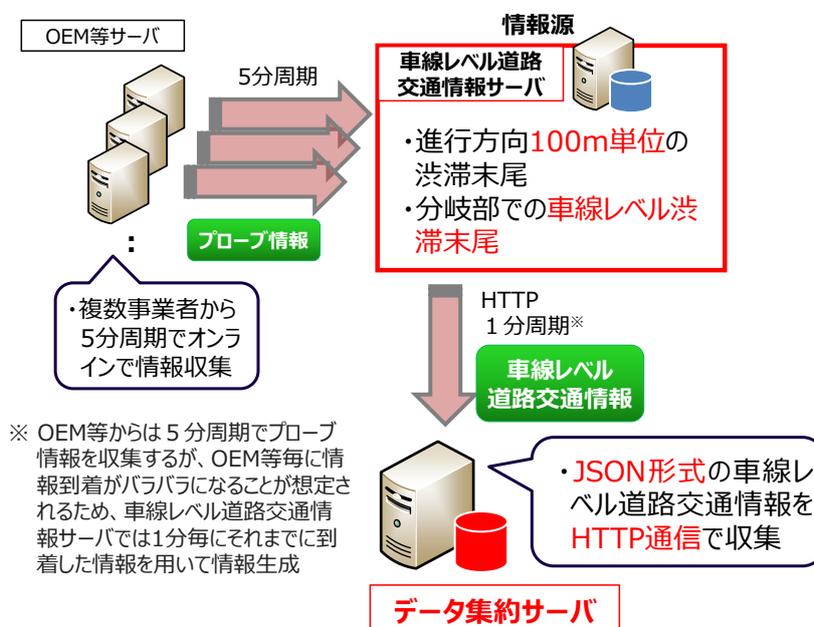


図 2-69 車線レベル道路交通情報の収集イメージ

(2) 降雨情報について

降雨情報には、気象庁が管理・運用しているアメダスや道路管理者が管理路線沿いに設置している気象観測所などから収集される実況の雨量観測値、気象レーダー等で観測される広域・面的な降雨の強さの実況値、また、気象レーダーや地上の雨量計のデータを用いて面的に解析・提供される降水量や降雨強度の実況解析値や予測値（高解像度降水ナウキャスト）などがある。

自動運転車への降雨情報の配信においては、常に移動している車両に対して広く情報を提供する必要があるため、面的に降雨情報を提供可能でより高解像度のデータであることが望ましい。また、走路計画上の今後の予測情報を提供することで、走路計画の変更を活用できる可能性が考えられる。

これより、面的かつ高解像度で実況値と予測値の提供が可能な高解像度降水ナウキャストを降雨情報として収集、配信することとした。

高解像度降水ナウキャストは、気象庁の気象レーダーや国交省 XRAIN の観測データ、地上観測局のデータ等を基に作成される 250m 格子単位の 5 分間における降雨強度の瞬間値もしくは 5 分間積算降水量の実況解析値および 5 分毎 30 分後までの予測値の情報であり、本情報の収集・配信により、高精細な降雨情報を利用して ODD 外れの先読み判断や、余裕を持ったドライバーへの TOR 発出、走路計画の変更を実現することを想定し、技術検討を行った。

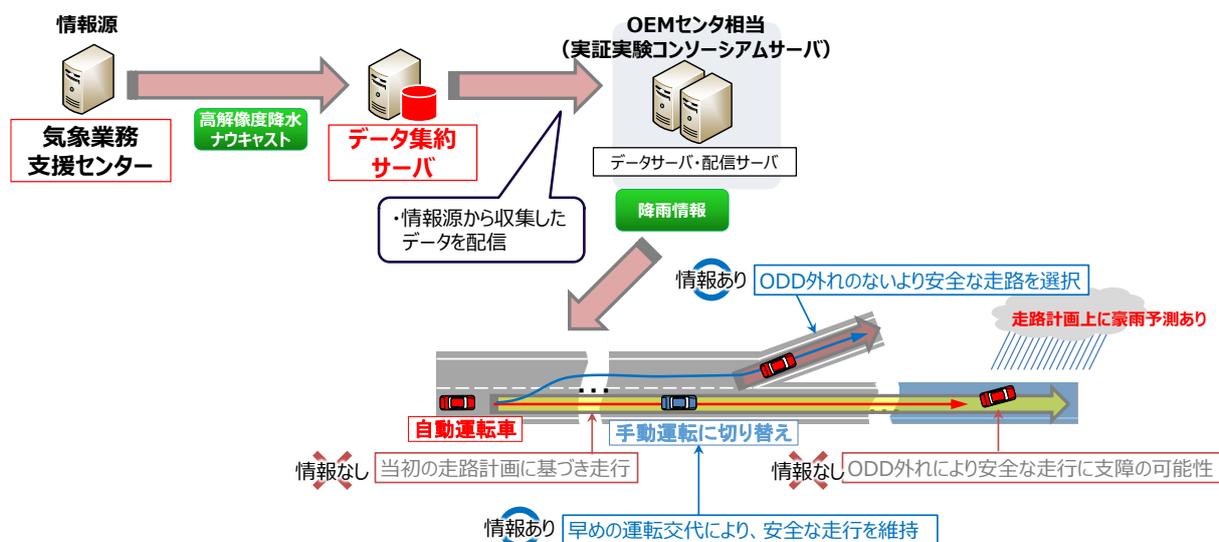


図 2-70 降雨情報の収集・配信における実証仮説イメージ

1) 情報源の概要

降雨情報として採用した高解像度降水ナウキャストは、気象庁で生成され、一般財団法人気象業務支援センターより有料でオンライン配信されている。

2) 情報項目の検討

高解像度降水ナウキャストは、国際気象通報式 FM92 GRIB 二進形式格子点資料気象通報式(第2版) (以下、GRIB2 という) においてデータ形式、情報項目ともに規定されているため、**GRIB2** の形式に沿った情報項目を採用した。

節番号	節の名称- 該当テンプレート	オクテット	内容	表	値	備考
第0節 指示節	指示節	1~4	GRIB 保留	GRIB	0	国際アルファベットNo.5(CCITT IA5)
		5~6	気象分野	符号表0.0	0	気象分野
		7	GRIB版番号	符号表0.2	2	
		8	GRIB版全体の長さ	*****		
		9~16	節の長さ		21	
		1~4	節番号		34	東京
		6~7	作成中の識別	共通符号表C-1	0	
		8~9	作成中の識別	符号表1.0	1	現在運用バージョン番号(最新バージョンは)
		10	GRIBマスタ番号(バージョン番号)	符号表1.1	1	地域表バージョン
		11	GRIB地域表バージョン番号	符号表1.2	1	予報の開始時刻
第1節 識別節	識別節	12	参照時刻の意味	符号表1.2	1	予報の開始時刻
		13~14	資料の参照時刻(年)		※1	【参照時刻】 ・提供されるデータセットの時刻 ・世界標準時 (UTC) で記述
		15	資料の参照時刻(日)		※1	
		16	資料の参照時刻(月)		※1	
		17	資料の参照時刻(時)		※1	
		18	資料の参照時刻(分)		※1	
		19	資料の参照時刻(秒)		※1	
		20	作成ステータス	符号表1.3	1	0=現業プロダクト、1=現業的試験プロダクト
		21	資料の種類	符号表1.4	2	2=解析及び予報プロダクト
		22	資料の種類		省略	
第2節 地域使用節	地域使用節	1~4	節の長さ		32	
		5	節番号		3	
		6	格子系定義の識別	符号表3.0	0	符号表3.1参照による
		7~10	格子点数を定義するリストのオクテット数		※2	可変
		11	格子点数を定義するリストのオクテット数		0	
		12	格子点数を定義するリストの説明		0	
		13~14	格子系定義テンプレート番号	符号表3.1	1	0=緯度・経度格子
		15	地球の形状	符号表3.2	4	GRS80回転楕円体
		16	地球球体の半径の尺度因子		MISSING	
		17~20	地球球体の尺度付き半径		MISSING	
第3節 格子系定義節	格子系定義節	21	地球回転楕円体の長軸の尺度因子		MISSING	
		22~25	地球回転楕円体の長軸の尺度付きの長さ		63781370	
		26	地球回転楕円体の短軸の尺度因子		1	
		27~30	地球回転楕円体の短軸の尺度付きの長さ		63567523	
		31~34	経緯に沿った格子点数		※2	可変
		35~38	経緯に沿った格子点数		※2	可変
		39~42	原作成領域の基本角		0	
		43~46	端点の緯度及び緯度差(方向増分の定義で使われる基本角の割合)		MISSING	
		47~50	最初の格子点の緯度	10-6度単位	※2	
		51~54	最後の格子点の緯度	10-6度単位	※2	
第4節 プロダクト定義節	プロダクト定義節	55	分割幅及び端点フラグ	フラグ表3.3	0	0=30
		56~59	最初の格子点の緯度	10-6度単位	※2	
		60~63	最後の格子点の緯度	10-6度単位	※2	
		64~67	方向の増分	10-6度単位	※2	250m エリアは3125[(1/80)/4]、1km エリアは12500[(1/80)/4]、1km エリアは25000[(1/80)/4]、1km エリアは8333[(2/3)*1/80]
		68~71	方向の増分	10-6度単位	※2	可変
		72	走査モード	フラグ表3.4	0x00	
		1~4	節の長さ		82	
		5	節番号		4	
		6~7	テンプレート直後の座標値の数		4	
		8~9	プロダクト定義テンプレート番号	符号表4.0	50011	(バンドリーダーを使用した予測プロダクト(テンプレート4.8の拡張版))
第5節 パラメータ番号節	パラメータ番号節	10	パラメータカテゴリ	符号表4.1	1	現業
		11	パラメータ番号	符号表4.2	※1	213降水強度レベル値(解析、予報) 214降水強度の誤差要因
		12	作成処理の種類	符号表4.3	2	0=解析、解析調整、予報
		13	解析作成処理識別符	符号表4.4.1	151	降水ナウキャスト
		14	予報の作成処理識別符	符号表4.4.1	151	降水ナウキャスト
		15~16	観測資料の参照時刻からの時刻(時:分)		0	
		17	観測資料の参照時刻からの時刻(時:分)		0	
		18	観測資料の参照時刻からの時刻(分)	符号表4.4	0	分
		19~22	予報時刻	符号表4.4	※1	
		23	第一固定面の種類	符号表4.5	1	1=地面又は水面
第6節 ビットマップ節	ビットマップ節	24	第一固定面の尺度因子		MISSING	
		25~28	第一固定面の尺度付きの値		MISSING	
		29	第二固定面の種類	符号表4.5	5	
		30	第二固定面の尺度因子		MISSING	
		31~34	第二固定面の尺度付きの値		MISSING	
		35~36	全時間間隔の終了時(年)		※1	
		37	全時間間隔の終了時(月)		※1	
		38	全時間間隔の終了時(日)		※1	
		39	全時間間隔の終了時(時)		※1	
		40	全時間間隔の終了時(分)		※1	
41	全時間間隔の終了時(秒)		※1			
第7節 資料節	資料節	42	統計を算出するために使用した観測期間にわたるデータの総数		1	
		43~46	統計処理における欠測資料の総数		0	
		47	統計処理の種類	符号表4.10	196	196=代表値(解析、予報) 2=同じ予報開始時刻を得る
		48	統計処理の時間増分の種類	符号表4.11	2	2=観測に準拠する時間増分
		49	統計処理の時間増分の指示符	符号表4.4	0	分
		50~53	統計処理した期間の長さ	符号表4.4	※1	5=解析、調整情報、予報
		54	時間増分の指示符		0	
		55~58	連続的な資料期間の時間増分の長さ		※3	連続的な処理の結果
		59~66	レーダー等運用情報1		※3	
		67~74	レーダー等運用情報2		※3	
第8節 資料表現節	資料表現節	75~82	レーダー等運用情報3		※3	
		1~4	節の長さ		*****	
		5	節番号		5	
		6~9	全資料点の数	符号表5.0	※2	可変
		10~11	資料表現テンプレート番号	符号表5.0	200	格子点資料-ランレングス圧縮
		12	1データのビット数		8	
		13~14	今回の圧縮に用いたレベルの最大値		V	Vは可変(0~N)
		15~16	レベルの最大値		N	
		17	データ代表値の尺度因子		※	2=解析、予報(通報する代表値は10**2倍で表されている。0=誤差情報(代表値がカテゴリ番号m=1~M、レベルは欠測値(代表値がカテゴリ番号m)/h(字繰、解析又はカテゴリ)誤差)
		16+2x m-17+2x n	レベルMに対応するデータ代表値		6	
第9節 終端節	終端節	1~4	節の長さ		6	
		5	節番号		6	
		6	ビットマップ指示符		255	ビットマップを適用せず
		1~4	節の長さ		*****	
		5	節番号		7	
		6~n	ランレングス圧縮オクテット列		0	資料テンプレート7.200で記述された形式
		1~4	7777		7777	国際アルファベットNo.5(CCITT IA5)

出典：配信資料に関する技術情報(気象編)第398号高解像度降水ナウキャストの提供開始について(気象庁予報部、H26.5.30(H26.8.5一部訂正))

<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyohou/pdf/398.pdf>

図 2-71 降雨情報(高解像度降水ナウキャスト)のデータ形式、情報項目(降雨強度の例)

3) 情報収集インタフェースの検討

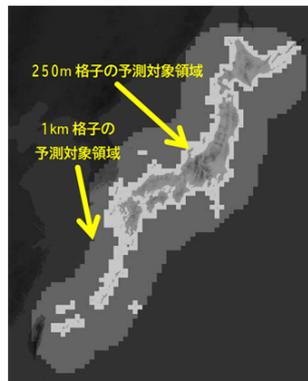
高解像度降水ナウキャストのインタフェース仕様は、気象業務支援センターでの有料オンライン配信の仕様に従う必要があるため、GRIB2形式のデータを5分周期でSFTPプロトコルにより収集する仕様を採用した。

情報源

気象業務支援センター

■ 高解像度降水ナウキャスト

- ・気象庁の気象レーダーや国交省XRAINの観測データ、地上観測局のデータ等を基に作成。
- ・**250m格子**（海上は1km格子）単位の**5分間における瞬間的な降水強度および5分間積算降水量**のデータとして配信。
- ・**実況および5分毎30分後**までの予測値を配信。



出典：「配信資料に関する技術情報（気象編）第398号
高解像度降水ナウキャストの提供開始について
（気象庁予報部、H26.5.30（H26.8.5一部訂正））
<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/398.pdf>に加筆

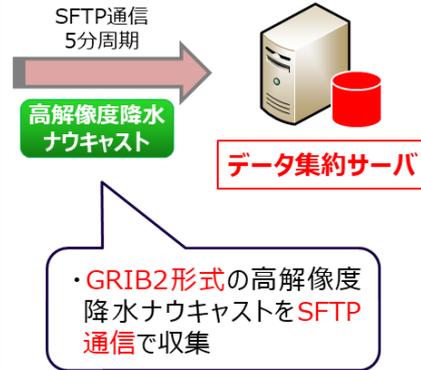


図 2-72 降雨情報の収集イメージ

(3) 模擬緊急車両位置情報について

模擬緊急車両位置情報は、緊急車両に見立てた模擬車載機を積載した実験車両の位置情報を全世界測位システム（GNSS）を用いて2秒ごとに取得し、携帯電話網を活用してリアルタイムに配信される情報であり、接近中の模擬緊急車両の位置情報の収集・配信により、自動運転車において適切な注意喚起、進路変更、退避走行等を実現することを想定し、技術検討を行った。

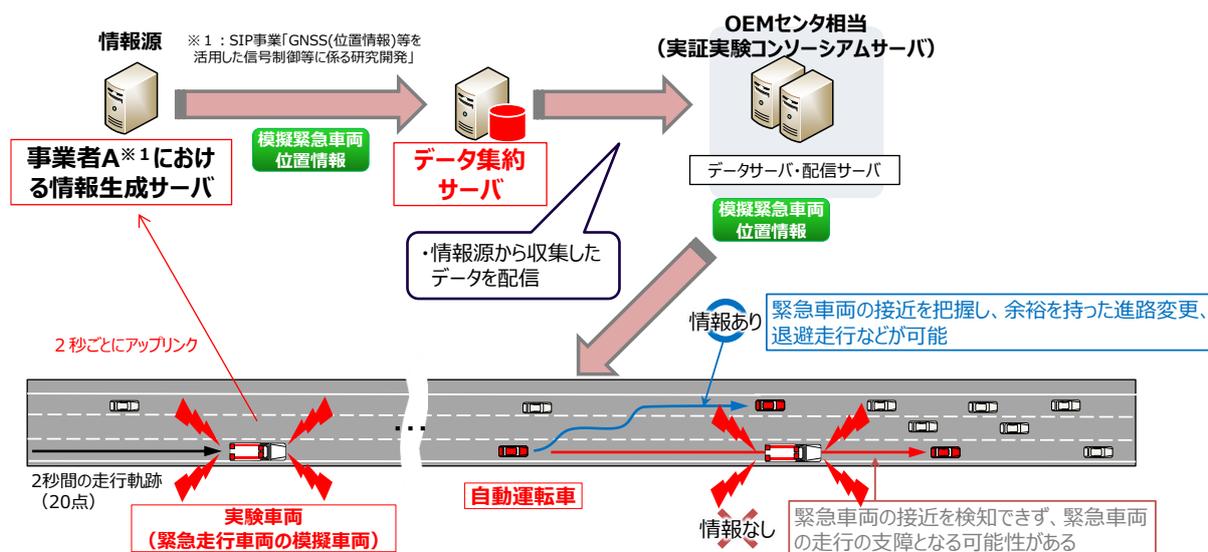


図 2-73 模擬緊急車両位置情報の収集・配信における実証仮説イメージ

1) 情報源の概要

模擬緊急車両位置情報は、SIP事業「GNSS（位置情報）等を活用した信号制御等に係る研究開発」の受託者である事業者Aにより構築されるモデルシステムより生成・配信される。

2) 情報項目の検討

模擬緊急車両位置情報の情報項目は、SIP事業「GNSS（位置情報）等を活用した信号制御等に係る研究開発」において整理されている「緊急車両位置情報配信サーバ通信アプリケーション規格」の中で情報項目が規定されている。

そのため、模擬緊急車両位置情報の情報項目については、「緊急車両位置情報配信サーバ通信アプリケーション規格」で規定された情報項目を採用することとした。



図 2-74 模擬緊急車両情報のデータ形式、情報項目

3) 情報収集インターフェースの検討

模擬緊急車両位置情報の情報収集インターフェースについても、「緊急車両位置情報配信サーバ通信アプリケーション規格」の中でインターフェース仕様が規定されている。

これより、模擬緊急車両位置情報の情報収集においては、上記のインターフェース仕様で規定されている **UDP 通信により、独自のバイナリ形式データを随時収集する仕様を採用**することとした。



図 2-75 模擬緊急車両位置情報の収集イメージ

(4) V2N 信号情報について

V2N 信号情報は、信号制御情報が変動する都度 V2N 信号情報としてリアルタイムに配信される情報であり、本情報の収集・配信により、配信遅延が想定されるネットワーク経路による信号情報を、現示表と絶対時刻同期で補充することで、自動運転車およびドライバーにおける有効活用を実現することを想定し、技術検討を行った。

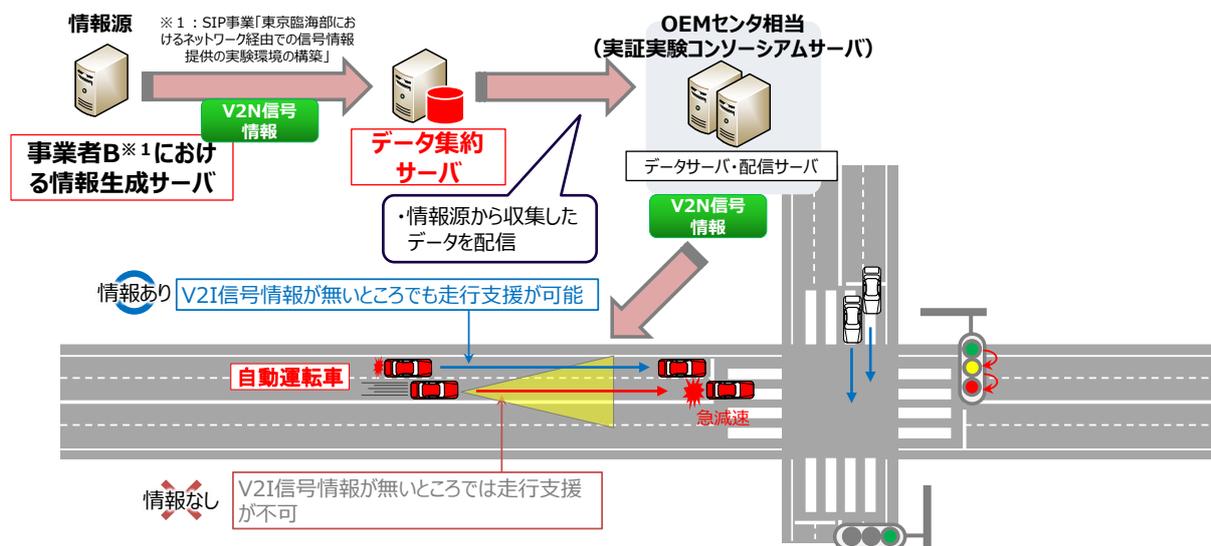


図 2-76 V2N 信号情報の収集・配信における実証仮説イメージ

1) 情報源の概要

V2N 信号情報は、SIP 事業「東京臨海部におけるネットワーク経路での信号情報提供の実験環境の構築」の受託者である事業者 B により構築されるモデルシステムより、実証実験エリア内の 30 交差点を対象に生成・配信される。

2) 情報項目の検討

V2N 信号情報の情報項目の検討にあたって、過年度の実証実験で路上装置を経由した信号情報 (V2I) がすでに提供されていることを考慮し、自動運転車が信号情報 (V2I) と同様に扱えることが望ましいと考えた。

そのため、過年度の SIP 事業「クラウド等を活用した信号情報提供に係る研究開発」において検討、整理された信号情報 (V2I) のインタフェース仕様を参考に、V2N 信号情報の情報項目を検討した。

検討した情報項目を基に、V2N 信号情報の情報源との協議の上、**図 2-77 に示す情報項目を採用した。**

なお、信号の設置されている交差点の管理情報は、情報項目としては定義されているが、情報源との協議により本実証実験においては配信されないこととなったため、交差点管理情報は収集の対象外とし、データ長「0」とすることとした。

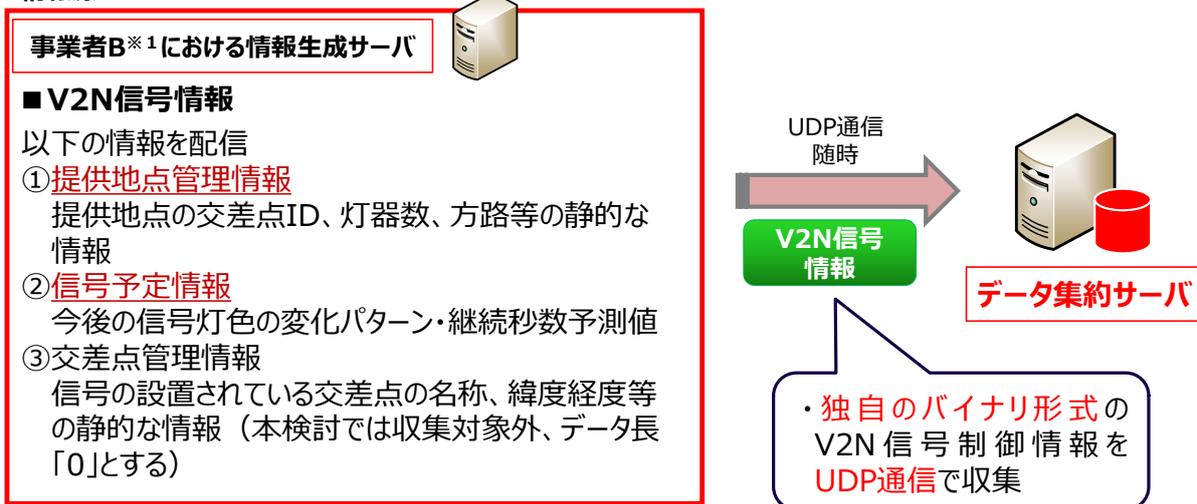


図 2-77 V2N 信号情報のデータ形式、情報項目

3) 情報収集インターフェースの検討

V2N 信号情報の情報収集インターフェースについても、情報項目の検討と併せて V2N 信号情報の情報源と協議し、UDP 通信により、独自のバイナリ形式データを随時収集する仕様を採用することとした。

情報源



※ 1 : SIP事業「東京臨海部におけるネットワーク経由での信号情報提供の実験環境の構築」

図 2-78 V2N 信号情報の収集イメージ

(5) 緊急通報情報（事故情報）について

緊急通報情報（事故情報）は、事故車両等から発信された緊急通報を基に事故車両の位置等がリアルタイムに配信されることを想定した情報であり、本情報の収集・配信により、緊急通報情報の配信による、走路計画修正、予備減速等で、安全で滑らかな走行を実現することを想定し、技術検討を行った。

ただし、実証実験期間中に実験エリアにおいて実際の事故情報の収集可能性が極めて低い点や、当初想定していた情報源からのデータ提供が困難であるという状況が生じたことから、想定される情報の収集方式、配信方式の机上検討を実施した。

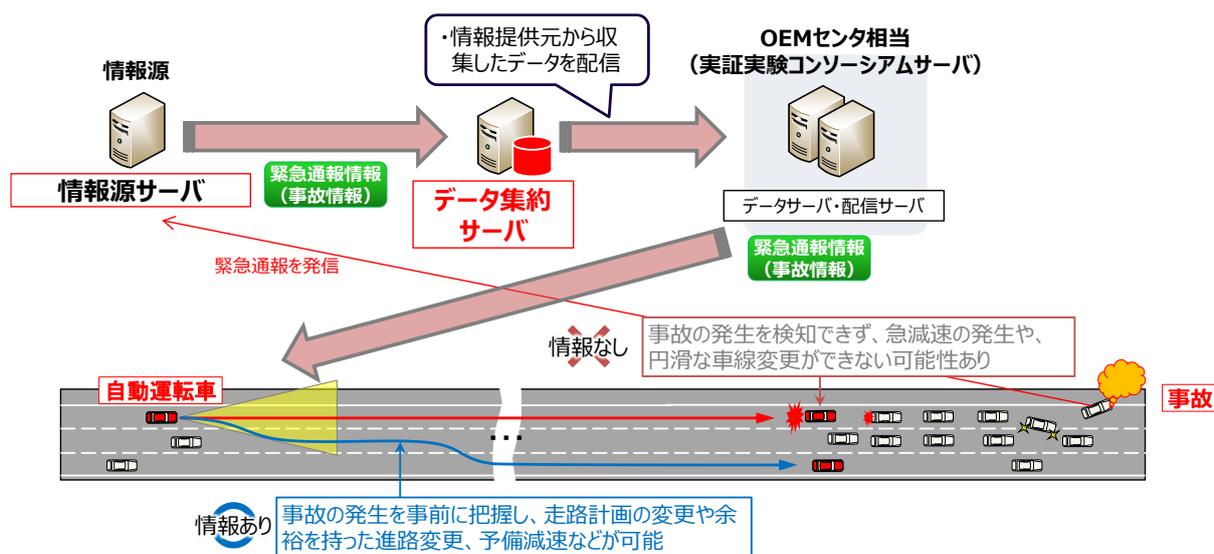


図 2-79 緊急通報情報（事故情報）の収集・配信における実証仮説イメージ

1) 情報源の概要

緊急通報情報（事故情報）の情報源については、「4.1 緊急通報サービス情報の情報源並びに情報収集仕様」において整理した。

2) 情報項目の検討

緊急通報情報（事故情報）の情報項目については、「4.1 緊急通報サービス情報の情報源並びに情報収集仕様」において整理した。

3) 情報収集インターフェースの検討

緊急通報情報（事故情報）を収集する際の情報表現形式や通信方式、収集周期等は、情報源のインターフェース仕様に従い決めることとする。

2.5.2 技術評価

2.5.1 の検討結果を踏まえ、実証実験用のデータ集約サーバ（収集機能）を構築し、各情報源と集約サーバとの間の接続において、収集する情報のインタフェース仕様等の特性に応じて、図 2-80、表 2-10 に示す情報セキュリティ対策を行い接続した。

また、前項の技術検討を踏まえたデータ収集方式を用いて情報源から交通環境情報を収集できることを確認するとともに、収集した交通環境情報に対して、収集頻度・処理時間など実用化に向けた課題分析を行った。

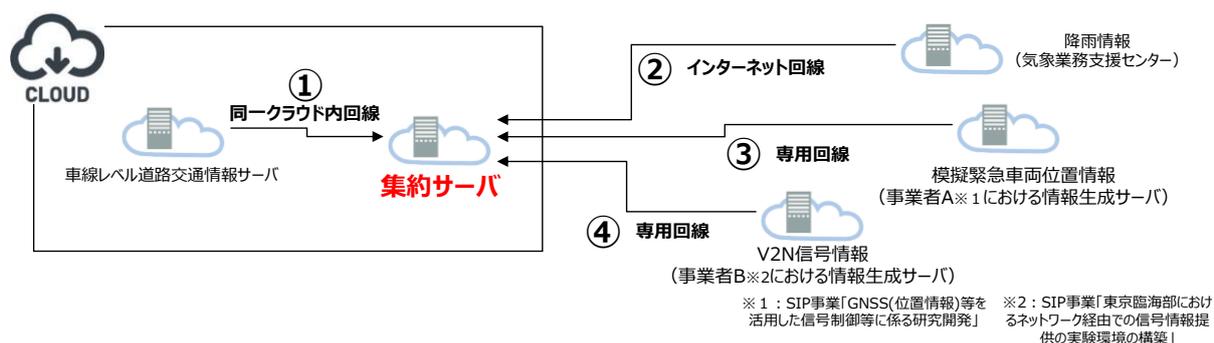


図 2-80 集約サーバと各情報源との接続回線

表 2-10 集約サーバと各情報源との接続におけるセキュリティ対策

番号	交通環境情報	通信対象サーバ	セキュリティ対策の内容
①	車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交 通情報サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ■AWS 間通信サービスのピアリング接続を採用 <ul style="list-style-type: none"> ・情報を暗号化し、パブリックインターネットを通過することがないため、一般的な 익스プロイト（脆弱性利用型不正プログラム）や DDoS 攻撃（サービスを妨害する攻撃）などの脅威を低減
②	降雨情報	気象業務支援セン ター	<ul style="list-style-type: none"> ■AWS 通信サービスのインターネットゲートウエイ接続を採用 <ol style="list-style-type: none"> 1)インバウンドルールによるパケットフィルタリング（IP フィルタリング） 2)通信ポート制限 3)SFTP プロトコルによるユーザー認証
③	模擬緊急車両 位置情報	事業者 A	<ul style="list-style-type: none"> ■クラウドゲートウェイクロスコネクト（NTT 東日本接続サービス）とビジネスイーサ網を組み合わせた閉域通信網を採用 <ul style="list-style-type: none"> ・インターネットを介さないセキュアなネットワークからダイレクトに AWS へ接続
④	V2N 信号情報	事業者 B	

※本表中の番号は図 2-80 中の番号と対応

交通環境情報ごとの情報収集技術に係る評価結果概要を表 2-11 に示す。いずれの交通環境情報においても、収集技術においては問題のない評価結果となった。

表 2-11 交通環境情報ごとの情報収集技術の評価結果概要

交通環境情報	評価項目			
	PING コマンド疎通	受信データ蓄積	受信データフォーマット	受信ログ
交通環境情報	集約サーバと各情報源のサーバとの通信の疎通を確認	収集したデータが集約サーバ上に蓄積されることを確認	集約サーバへの取り込み時にフォーマット異常がないことを確認	収集したデータの日時・サイズと収集処理で記録されたログ上の日時・サイズの整合を確認
車線レベル 道路交通情報	○	○	○	—
降雨情報	○	○	○	—
模擬緊急車両 位置情報	○	—	—	○
V2N 信号情報	○	—	—	○

(1) 車線レベル道路交通情報について

車線レベル道路交通情報の収集技術について、情報源となる車線別道路交通情報サーバと集約サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

車線レベル道路交通情報を生成する車線別道路交通情報サーバと集約サーバは、ともに本事業において構築しており、同一の AWS クラウド環境上に配置している。

そのため、外部回線を介さず同一クラウド内の回線で両サーバを接続するセキュリティを確保したシステム構成とした。

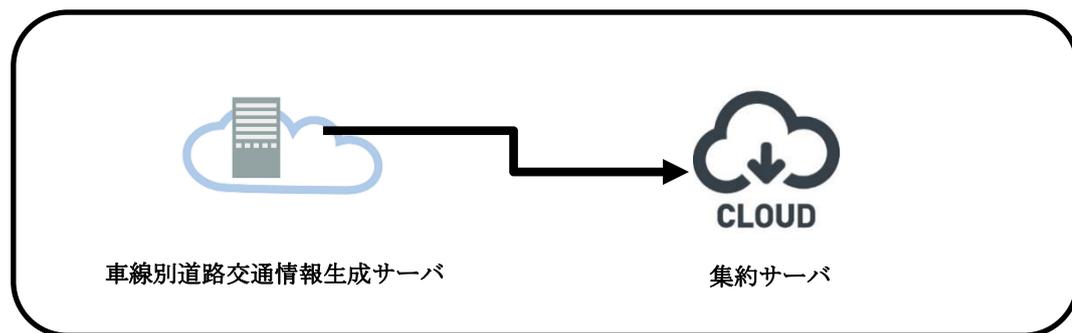


図 2-81 収集技術の検証システム構成（車線レベル道路交通情報）

情報収集に関する技術的な評価としては、表 2-12 の評価項目により評価を行うこととした。

まず、サーバ間の疎通確認のため、PING コマンドによる疎通試験を評価項目として採用した。

また、収集した情報が集約サーバ内に蓄積されることを確認するため、受信データの蓄積情報確認試験を評価項目として採用した。

加えて、収集した情報が規定のフォーマットとなっており（JASPAR 仕様の注意喚起情報（コンテンツ：attention）に沿った情報項目（JSON 形式））、集約サーバのアプリケーションで取り込みができるかどうかの確認を行うため、受信データのフォーマットチェックを評価項目として採用した。

表 2-12 収集技術の評価項目（車線レベル道路交通情報）

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに 5 分毎に車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。

2) 検証結果

上記で設定した評価項目について確認を行い、いずれも問題のない評価結果となった。

表 2-13 収集技術の評価結果（車線レベル道路交通情報）

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間がmsオーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに 5 分毎に車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。	○ 蓄積フォルダに収集した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認した。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	○ 集約サーバアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを目視で確認した。

(2) 降雨情報について

降雨情報の収集技術について、情報源となる気象業務支援センターと集約サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

降雨情報を配信する気象業務支援センターと集約サーバは、インターネット回線で接続する仕様となっているため、集約サーバへのインバウンドルールにより、気象業務支援センターの IP アドレスの所定のポートのみと通信できるよう IP フィルタリング、通信ポート制限を行うとともに、暗号化通信である SFTP により接続するセキュリティを確保したシステム構成とした。

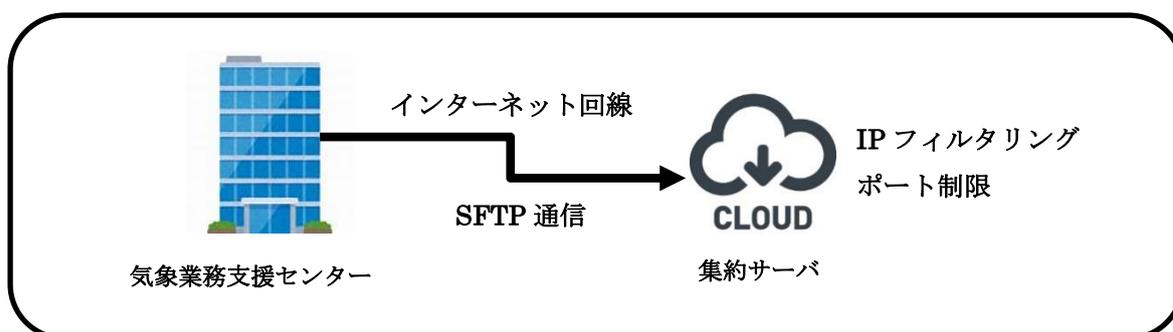


図 2-82 収集技術の検証システム構成 (降雨情報)

情報収集に関する技術的な評価としては、表 2-14 の評価項目により評価を行うこととした。

まず、サーバ間の疎通確認のため、PING コマンドによる疎通試験を評価項目として採用した。

また、収集した情報が集約サーバ内に蓄積されることを確認するため、受信データの蓄積情報確認試験を評価項目として採用した。

加えて、収集した情報が規定のフォーマットとなっており (GRIB2 形式)、集約サーバのアプリケーションで取り込みができるかどうかの確認を行うため、受信データのフォーマットチェックを評価項目として採用した。

表 2-14 収集技術の評価項目 (降雨情報)

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに 5 分毎に降雨情報ファイルが蓄積されること。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで降雨情報を取り込む処理で読み取り異常 (フォーマット違反) がないこと。

2) 検証結果

上記で設定した評価項目について確認を行い、いずれも問題のない評価結果となった。

表 2-15 収集技術の評価結果（降雨情報）

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間がms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに 5 分毎に降雨情報ファイルが蓄積されること。	○ 蓄積フォルダに収集した降雨情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認した。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで降雨情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	○ 集約サーバアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを目視で確認した。

(3) 模擬緊急車両位置情報について

模擬緊急車両位置情報の収集技術について、情報源となる事業者 A のサーバと集約サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

模擬緊急車両位置情報を配信する事業者 A のサーバと集約サーバの接続は、クラウドゲートウェイクロスコネクト (NTT 東日本接続サービス) とビジネスイーサ網を組み合わせた閉域通信網による専用回線による接続を行うことで、インターネットを介さないセキュリティを確保したシステム構成とした。

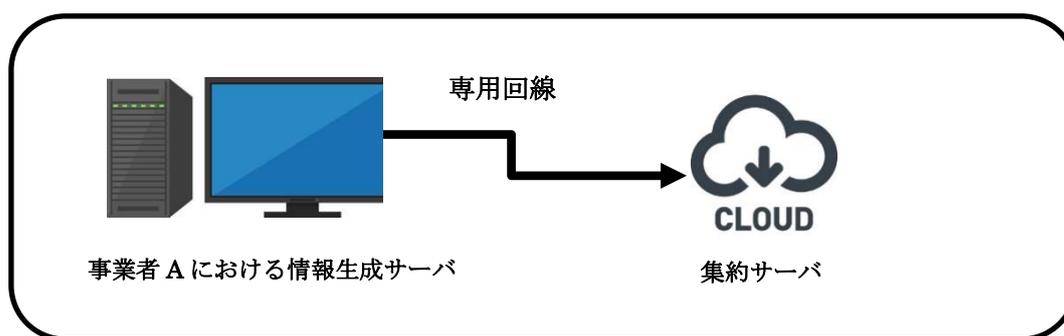


図 2-83 収集技術の検証システム構成 (模擬緊急車両位置情報)

情報収集に関する技術的な評価としては、表 2-16 の評価項目により評価を行うこととした。

まず、サーバ間の疎通確認のため、PING コマンドによる疎通試験を評価項目として採用した。

また、模擬緊急車両位置情報はバイナリ電文の形式で受信する点、即時性が必要な情報である点を考慮し、収集した情報のフォーマットチェックまでは行わず、収集したバイナリ形式の情報が情報源側での日時、データサイズと整合しているかを確認することで、収集した情報の整合性の確認を行う受信ログ確認を評価項目として採用した。

表 2-16 収集技術の評価項目 (模擬緊急車両位置情報)

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	受信ログ確認 (日時、データサイズ)	収集した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。

2) 検証結果

上記で設定した評価項目について確認を行い、いずれも問題のない評価結果となった。

表 2-17 収集技術の評価結果（模擬緊急車両位置情報）

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信ログ確認 （日時、データサイズ）	収集した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	○ 集約サーバアプリケーションの情報収集ログに記録されている日時・データサイズと収集した模擬緊急車両位置情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認した。

(4) V2N 信号情報について

V2N 信号情報の収集技術について、情報源となる事業者 B のサーバと集約サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

V2N 信号情報を配信する事業者 B のサーバと集約サーバの接続は、クラウドゲートウェイクロスコネクト (NTT 東日本接続サービス) とビジネスイーサ網を組み合わせた閉域通信網による専用回線による接続を行うことで、インターネットを介さないセキュリティを確保したシステム構成とした。

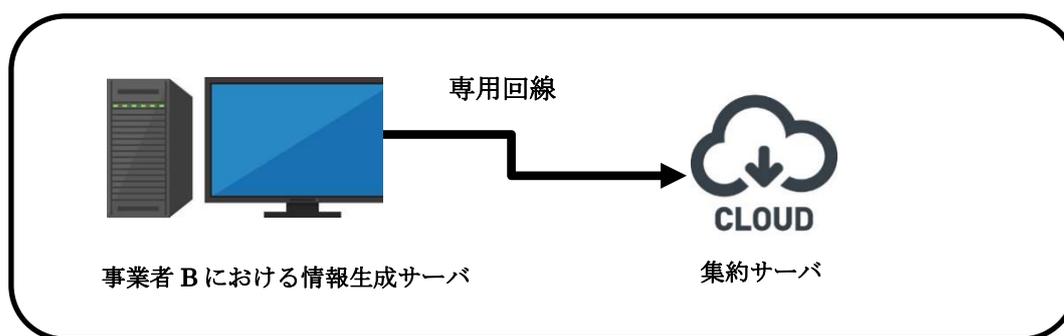


図 2-84 収集技術の検証システム構成 (V2N 信号情報)

情報収集に関する技術的な評価としては、表 2-18 の評価項目により評価を行うこととした。

まず、サーバ間の疎通確認のため、PING コマンドによる疎通試験を評価項目として採用した。

また、V2N 信号情報はバイナリ電文の形式で受信する点、即時性が必要な情報である点を考慮し、収集した情報のフォーマットチェックまでは行わず、収集したバイナリ形式の情報が情報源側での日時、データサイズと整合しているかを確認することで、収集した情報の整合性の確認を行う受信ログ確認を評価項目として採用した。

表 2-18 収集技術の評価項目 (V2N 信号情報)

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	受信ログ確認 (日時、データサイズ)	収集した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。

2) 検証結果

上記で設定した評価項目について確認を行い、いずれも問題のない評価結果となった。

表 2-19 収集技術の評価結果 (V2N 信号情報)

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間がms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信ログ確認 (日時、データサイズ)	収集した V2N 信号情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	○ 集約サーバアプリケーションの情報収集ログに記録されている日時・データサイズと収集した V2N 信号情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認した。

2.6 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価

2.6.1 技術検討

2.5 で収集、蓄積した交通環境情報を、実験参加車両への提供を中継するサーバ（将来的に社会実装される段階では、各自動車メーカーのテレマティクスセンター等がこの中継サーバに該当するようになると想定）へ提供するための変換および配信する技術を検討した。

ただし、緊急通報情報（事故情報）については、情報収集技術と同様、配信する際のデータ項目、形式等の机上検討までを行った。

なお、各交通環境情報の配信技術の検討にあたっては、車両情報共用仕様である JASPAR 仕様の採用を基本としたが、以下に示す観点を踏まえ、配信する情報の特性を基に採用する情報表現形式を検討した。

■ 情報表現形式の採用における観点

- ・ JASPAR 仕様は JSON 形式データのため、バイナリ形式等と比べデータ量が大きくなる
- ・ 緊急性や変動性が高くリアルタイム性が求められる情報は、変換後のデータ量等を勘案し、情報源のデータ形式をそのまま用いるなどを考慮する

表 2-20 情報表現形式の判断の観点

判断の観点	JASPAR 形式 (JSON 形式データ)	バイナリ形式
データ特性	○：人間がデータの内容を理解しやすい形式 ▲：データ表現形式 (数値、文字) の取り決めが必要	○：コンピュータが理解しやすい形式 ▲：CPU 依存性を無くすための定義や扱いの取り決め必要
即時性	▲：情報の解釈・処理に時間がかかる	○：情報の解釈・処理が早い (通信速度などが要求される事案で採用)
データ量	▲：半角 1 文字を表現するのに 1 バイト必要 (文字数によりデータ量が肥大化する)	○：少ないサイズで多くのデータを表現 (0~255 の数値を 1 バイトで表現)
拡張性	○：データ項目追加等の拡張への互換性が高い (認知していない項目は破棄して処理継続することが可能)	▲：データ項目追加等の拡張への互換性に課題がある (原則として仕様改訂、プログラム改修が必要)
評価	一定周期での配信など比較的リアルタイム性の低い情報の配信に採用	緊急性や変動性が高くリアルタイム性が求められる情報の配信に採用

(1) 車線レベル道路交通情報について

2.5 で検討した収集技術を踏まえ、車線レベル道路交通情報の配信技術について検討した。

1) 配信する情報項目・データ変換方法の検討

車線レベル道路交通情報は、1分周期で収集されるリアルタイム性のやや低い情報であり、JASPAR 仕様の注意喚起情報として収集するため、**情報項目は収集した情報と同一とし、変換等は行わず JSON 形式のまま配信**することとした。

```
“container”:[
  {“basic”:{
    “time”:{
      “start”:"2020-10-01T13:30:00.000",
      “expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"
    },
    “section”:{
      “beginningPoint”:{
        “latitude”:36.1234567,“longitude”:139.1234567,
        “onRoad”:"on”,“name”:"首都高速羽田線”
        “lane”:[“1”,“2”],“accuracy”:"1”
      }
    }
  }
  “contents”:{
    “attention”:{“sequence”:"1”,“subject”:"50"}
  }
}
]
```

標記番号は下記を使用
【渋滞末尾】標記番号：50
【支障箇所】標記番号：60

図 2-85 JASPAR 仕様の注意喚起情報に沿った JSON 形式データ例

2) 情報配信インタフェースの検討

車線レベル道路交通情報の配信インタフェース仕様についても、**JASPAR 仕様に沿ったインタフェース (HTTP プロトコル、JSON 形式の情報表現)**を採用し、**情報収集周期と同様の 1分周期で情報を配信**することとした。

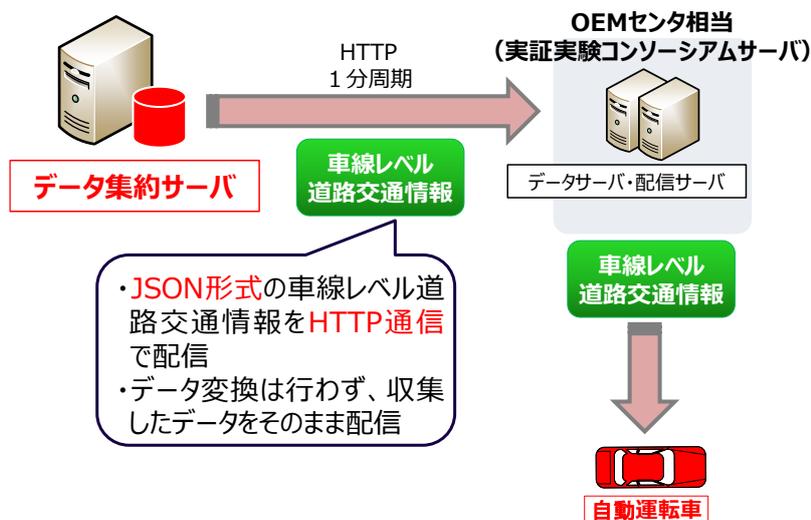


図 2-86 車線レベル道路交通情報の配信イメージ

(2) 降雨情報について

2.5 で検討した収集技術を踏まえ、降雨情報の配信技術について検討した。

1) 配信する情報項目・データ変換方法の検討

降雨情報は、高解像度降水ナウキャストとして、250m 格子単位の 5 分間における降雨強度の瞬間値と 5 分間積算降水量の 2 種類のデータを収集している。自動運転の制御において、ODD 外れの先読み判断や余裕を持ったドライバーへの TOR 発出、走路計画の変更に降雨情報を活用する上では、瞬間的な降雨の強さを捉えた情報を提供することがより有効に活用できると考えられるため、**配信する情報項目は降雨強度**のデータとした。

また、高解像度降水ナウキャストは、降雨強度の実況解析値および 5 分毎 30 分後までの予測値のデータを有している。車両は常に移動しており、特に高速道路での自動運転では、情報配信のタイミングによっては、実況解析値の配信だけは過去の情報となる可能性があるため、降雨情報として、**降雨強度の実況解析値だけでなく 5 分毎 30 分後までの予測値も併せて配信**することとした。

なお、降雨情報は、5 分周期で収集されるリアルタイム性のやや低い情報のため、**JASPAR 仕様の環境情報に沿った JSON 形式に変換し、配信**することとした。

```
“container”:[
  {“basic”:{
    “time”:{“start”:"2020-10-01T13:30:00.000",“expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"},
    “section”:{“beginningPoint”:{“latitude”:36.1234567,“longitude”:139.1234567,“accuracy”:"3"}}
    “contents”:[
      “environment”:{
        “sequence”:"1",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],
        “accuracy”:"3"
      },
      “environment”:{
        “sequence”:"2",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],
        “accuracy”:"3"
      }
    ]
  },
  {“basic”:{
    “time”:{“start”:"2020-10-01T13:30:00.000",“expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"},
    “section”:{“beginningPoint”:{“latitude”:36.5671234,“longitude”:139.5671234,“accuracy”:"3"}}
    “contents”:[
      “environment”:{
        “sequence”:"1",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],
        “accuracy”:"3"
      },
      “environment”:{
        “sequence”:"2”,“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],
        “accuracy”:"3"
      }
    ]
  }
]
]
```

降雨強度の実況解析値および
予測値を配列で配信

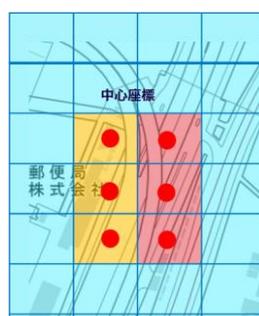
図 2-87 JASPAR 仕様の環境情報に沿った JSON 形式データ例

また、収集する降雨情報は全国分のデータであり情報量が膨大となるため、配信処理の通信時間を最小限にすること、配信された情報を実証実験コンソーシアム側で実証実験参加者向けに容易に加工できることを考慮し、実証実験コンソーシアムと協議の上、以下の仕様でデータ変換を行うこととした。

①250m 格子単位の位置表現

高解像度降水ノウキャストは 250m 格子のデータだが、収集される GRIB2 形式のデータでは、中心座標の緯度経度で位置表現されている。一般的に格子データの位置を表現する場合、格子の対角線上に位置する端点 2 点の位置情報により表現し、高解像度降水ノウキャストのデータも自動計算で求めることが可能な仕様となっている。

しかしながら、JASPAR 仕様では、格子データを表現する位置表現形式が存在しない点、および位置情報を 2 点で表現すると情報量が增大する点を考慮し、高解像度降水ノウキャストでの位置表現と同様、格子の中心座標を用いた位置表現を採用することとした。



出典：地理院タイル（淡色地図）を加工して作成

図 2-88 降雨情報の 250m 格子単位の位置表現イメージ

②配信対象領域と情報の記述順

高解像度降水ノウキャストは、全国分のデータとして提供されるため、すべてのデータを変換し配信すると配信情報量が膨大となる。

そのため、実証実験においては、配信情報量の削減のため、実証実験エリアに該当する領域のデータを抽出し配信することとした。

また、実証実験コンソーシアム側が実証実験参加者向けに降雨情報を提供する際に、降雨情報を加工しやすいよう、情報を生成するエリアを 10km×10km 単位とし、以下に示す規則で配信情報を記述することとした。

- a) 南西端の 250m 格子を基準に水平方向（東向き）に最大 40 個の 250m 格子の情報を表現する。
- b) 垂直方向（北向き）に積み上げる。
- c) 垂直方向上限まできたら、10km 水平方向（東向き）に移動した地点を基準に情報生成エリアを決定し、a)、b) を繰り返す。



出典：地理院タイル（淡色地図）を加工して作成

図 2-89 降雨情報の配信対象領域とデータ記述順

③配信情報の圧縮

JASPAR 仕様では、システム運用仕様に関しては、当事者間での合議で決めることとされている。そのため、実証実験では、降雨情報については ZIP 圧縮形式を採用し、配信情報量の削減を図ることとした。

2) 情報配信インタフェースの検討

降雨情報の配信インタフェース仕様は、**JASPAR 仕様に沿ったインタフェース (HTTP プロトコル、JSON 形式の情報表現)**を採用し、車線レベル道路交通情報と併せて実証実験コンソーシアム側が取得できるように、**車線レベル道路交通情報の情報収集周期と同様の 1分周期で情報を配信**することとした。

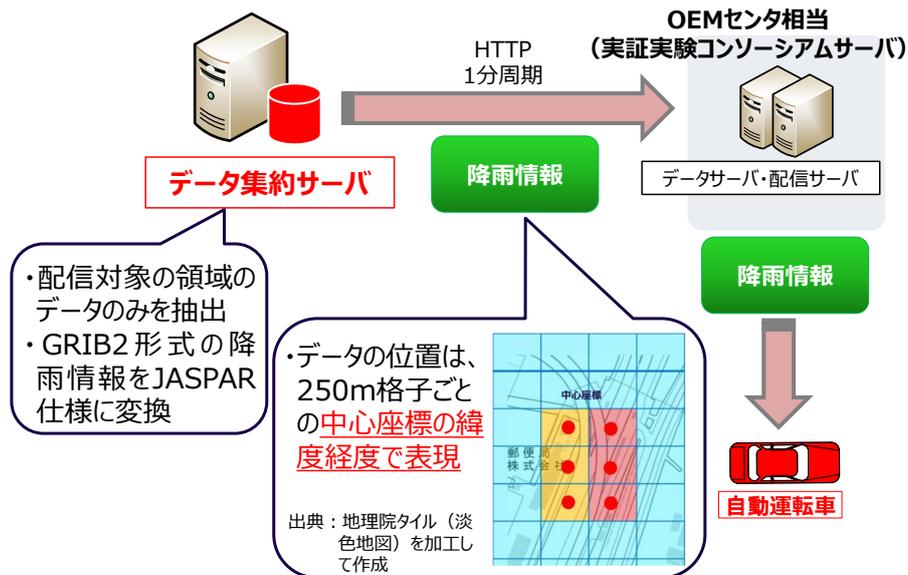


図 2-90 降雨情報の配信イメージ

(3) 模擬緊急車両位置情報について

2.5 で検討した収集技術を踏まえ、模擬緊急車両位置情報の配信技術について検討した。

1) 配信する情報項目・データ変換方法の検討

模擬緊急車両位置情報は、情報の特性として緊急性や変動性が高く、**即時性が最優先と考えられるため、収集したバイナリ形式の情報のまま配信することとした。**

ただし、実証実験において、実証実験参加者が模擬緊急車両位置情報の配信遅延の計測が可能なよう、収集した情報にデータ集約サーバで受信処理を行った時刻（時刻ログヘッダ）を付与することとした。

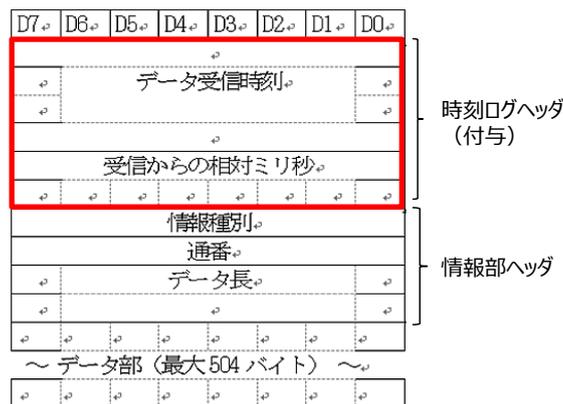


図 2-91 模擬緊急車両位置情報の配信データ構造

2) 情報配信インターフェースの検討

模擬緊急車両位置情報の配信インターフェース仕様は、情報の収集が随時（不定期）であり配信の即時性が求められることから、実証実験コンソーシアムと協議の上、**随時配信が可能で通信プロトコル手順が簡便な WebSocket 通信により情報を配信することとした。**

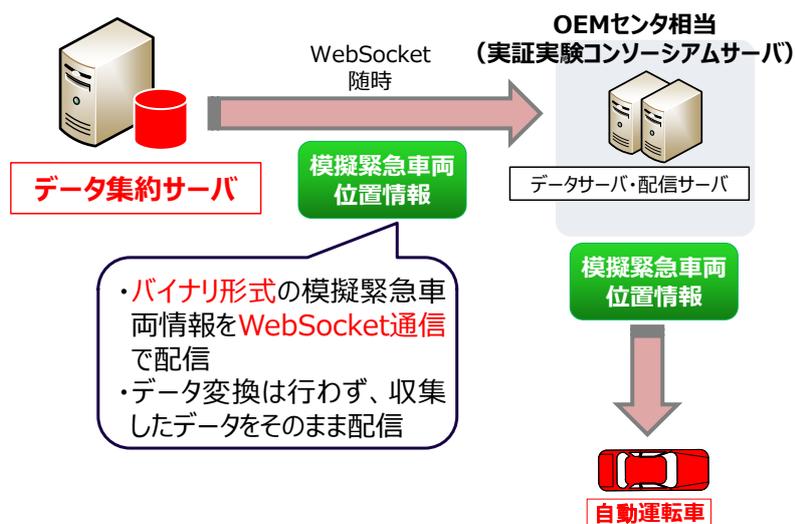


図 2-92 模擬緊急車両位置情報の配信イメージ

(4) V2N 信号情報について

2.5 で検討した収集技術を踏まえ、V2N 信号情報の配信技術について検討した。

1) 配信する情報項目・データ変換方法の検討

V2N 信号情報は、情報の特性として緊急性や変動性が高く、即時性が最優先と考えられるため、収集したバイナリ形式の情報のまま配信することとした。

ただし、実証実験において、実証実験参加者が V2N 信号情報の配信遅延の計測が可能なよう、収集した情報にデータ集約サーバで受信処理を行った時刻（時刻ログヘッダ）を付与することとした。

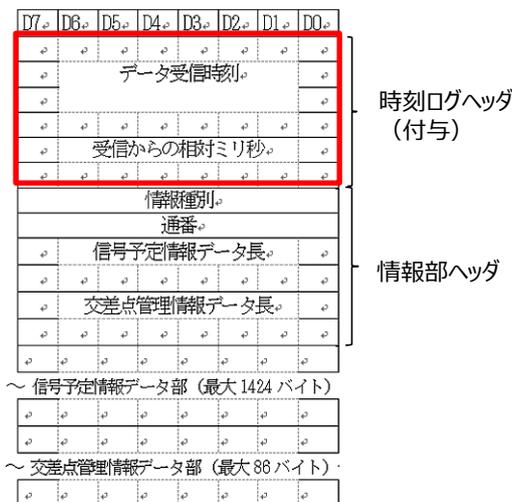


図 2-93 V2N 信号情報の配信データ構造

2) 情報配信インタフェースの検討

V2N 信号情報の配信インタフェース仕様は、情報の収集が随時（不定期）であり配信の即時性が求められることから、実証実験コンソーシアムと協議の上、随時配信が可能で通信プロトコル手順が簡便な WebSocket 通信により情報を配信することとした。

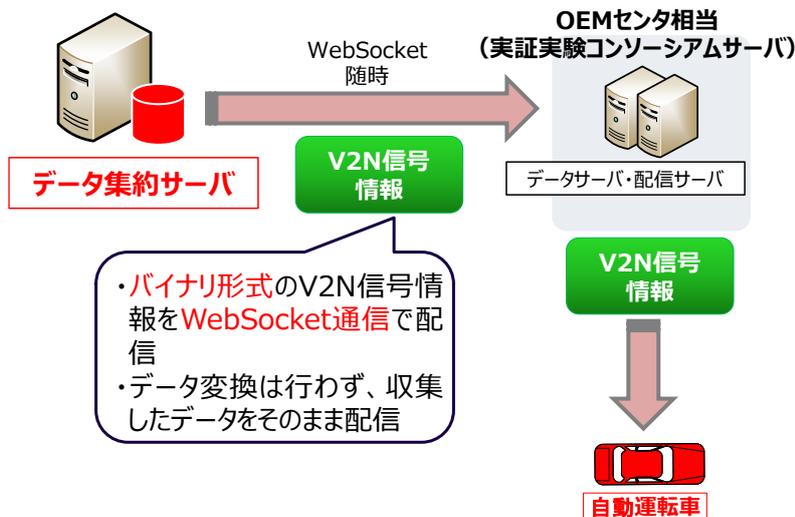


図 2-94 V2N 信号情報の配信イメージ

(5) 緊急通報情報（事故情報）について

2.5 で検討した収集を想定する情報項目を踏まえ、緊急通報情報（事故情報）の配信技術について検討した。

1) 配信する情報項目、データ変換方法の検討

緊急通報情報（事故情報）は、情報源からの収集周期等は未定だが、JASPAR 仕様における障害物情報（コンテンツ：obstacle）として配信することが可能と考えられる。

そのため、JASPAR 仕様の障害物情報に沿った情報項目を JSON 形式に変換して配信することを想定した。

なお、委細の変換方法については、情報源から収集される情報の内容を踏まえ、今後検討を行うこととする。

```
[
  "container": [
    {
      "basic": {
        "time": {
          "start": "2020-10-01T13:30:00.000",
          "expire": "2020-10-01T13:35:00.000"
        },
        "section": {
          "beginningPoint": {
            "latitude": 36.1234567, "longitude": 139.1234567,
            "accuracy": "1"
          }
        }
      },
      "contents": {
        "obstacle": {
          "sequence": "1", "size": "L", "move": "1", "object": "停止車両"
        }
      }
    }
  ]
]
```

図 2-95 JASPAR 仕様の障害物情報に沿った JSON 形式データ例

2) 情報配信インタフェースの検討

緊急通報情報（事故情報）の配信インタフェース仕様についても、**JASPAR 仕様に沿ったインタフェース（HTTP プロトコル、JSON 形式の情報表現）**を想定した。なお、情報収集周期については、情報源からの情報収集周期を考慮し、今後検討を行うこととする。

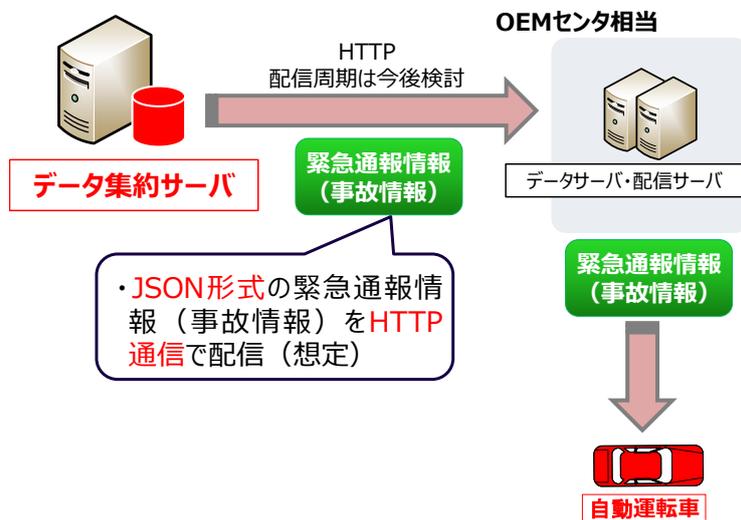


図 2-96 緊急通報情報（事故情報）の配信イメージ

2.6.2 技術評価

2.6.1 の検討結果を踏まえ、実証実験用のデータ集約サーバ(変換・配信処理機能)を構築し、集約サーバと東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバとの間の接続において、専用回線接続によりセキュリティを確保して接続を行った(図 2-97)。

また、前項の技術検討を踏まえたデータ配信方式を用いて、東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバに対して交通環境情報を変換・配信できることを確認するとともに、変換・配信した交通環境情報に対して、変換処理時間、配信処理時間など実用化に向けた課題分析を行った。

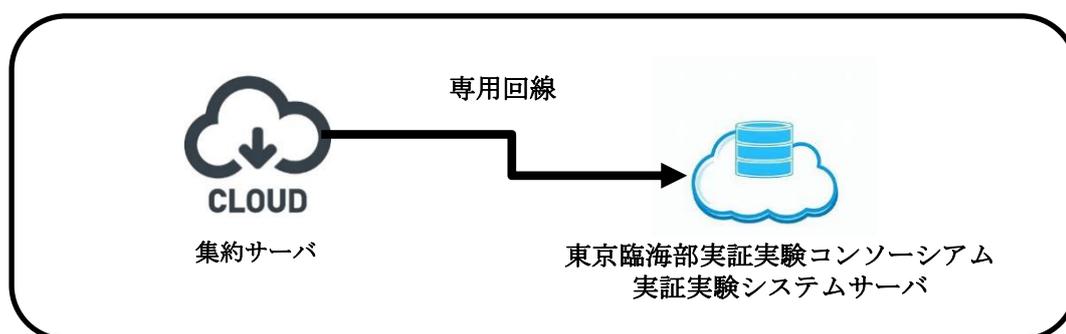


図 2-97 集約サーバと実証実験コンソーシアムサーバとの接続回線

交通環境情報ごとの情報配信技術に係る評価結果概要を表 2-21 に示す。導通評価については、いずれの交通環境情報においても問題のない評価結果となった。

配信遅延評価においては、模擬緊急車両位置情報、V2N 信号情報では大きな遅延は生じない結果となった。一方、車線レベル道路交通情報では、情報源の車線レベル道路交通情報サーバにおけるプローブ情報の受信と情報生成のタイミングにより、約 15 秒または約 75 秒の遅延状況が異なる結果となった。降雨情報では、約 155 秒の遅延が生じる結果となった。

表 2-21 交通環境情報ごとの情報配信技術の評価結果概要

	導通評価				配信遅延評価
	PING コマンド疎通	配信データ蓄積	配信データフォーマット	配信ログ	
交通環境情報	集約サーバと実証実験コンソーシアムサーバとの通信の疎通を確認	配信したデータが集約サーバ上に蓄積されることを確認	集約サーバへの取り込み時にフォーマット異常がないことを確認	収集したデータの日時・サイズと配信処理で記録されたログ上の日時・サイズの整合を確認	情報の収集から配信までの遅延状況を確認
車線レベル 道路交通情報	○ ※サーバ間の疎通確認のため、各情報共通で確認	○	○	—	15 秒または 75 秒の遅延 ※情報源での生成タイミングに依存
降雨情報		○	○	—	約 155 秒の遅延
模擬緊急車両位置情報		—	—	○	約 10 ミリ秒の遅延
V2N 信号情報		—	—	○	約 10 ミリ秒の遅延

(1) 車線レベル道路交通情報について

車線レベル道路交通情報の配信技術について、集約サーバと配信先となる東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

図 2-97 に示した集約サーバと実証実験コンソーシアムサーバとの接続環境において、情報配信に関する技術的な評価として、表 2-22 の評価項目により導通評価を行うこととした。

まず、サーバ間の疎通確認のため、PING コマンドによる疎通試験を評価項目として採用した。なお、本評価は、各交通環境情報共通で実施した。

また、配信する情報が集約サーバ内に蓄積されることを確認するため、配信データの蓄積情報確認試験を評価項目として採用した。

加えて、配信する情報が規定のフォーマットとなっており（JASPAR 仕様の注意喚起情報（コンテンツ：attention）に沿った情報項目（JSON 形式））、配信先の実証実験コンソーシアムサーバ側で正常に取り込みができたかどうかの確認を行うため、配信データのフォーマットチェックを評価項目として採用した。

また、導通評価とは別に、配信遅延評価として、情報源での情報の生成から収集、集約サーバ上でデータを蓄積し配信可能な状態となるまでの遅延の発生状況についても評価を行うこととした。なお、車線レベル道路交通情報の配信に採用した JASPAR 仕様では、配信先からのリクエストを受けて PULL 型で情報を配信するため、実証実験コンソーシアムサーバへの配信に要する時間については評価対象外とした。

表 2-22 配信技術の導通評価項目（車線レベル道路交通情報）

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに 1 分毎に配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。
3	配信データフォーマットチェック	実証実験コンソーシアムサーバのアプリケーションで配信した車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。

2) 検証結果

①導通評価結果

上記で設定した導通評価の項目について確認を行い、表 2-23 に示す通りいずれも問題のない評価結果となった。

表 2-23 配信技術の導通評価結果（車線レベル道路交通情報）

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間がms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに1分毎に配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。	○ 蓄積フォルダに配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認した。
3	配信データフォーマットチェック	実証実験コンソーシアムサーバのアプリケーションで配信した車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	○ 実証実験コンソーシアムサーバのアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを確認した。

②配信遅延評価結果

車線レベル道路交通情報を生成する車線別道路交通情報サーバでは、正5分ごとに配信されるプローブ情報を受信し、正1分+10秒のタイミングで情報生成アプリケーションを起動し、情報生成を行っている。また、情報生成アプリケーションでは情報生成に5秒程度を要している。

このため、正1分+10秒のタイミングに車線レベル道路交通情報の基となるプローブ情報が受信できているかどうかで、プローブ情報の走行時刻から配信可能な状態となるまでの配信遅延状況が異なることを確認した。

■情報生成アプリケーション起動タイミングまでにプローブ情報を受信

⇒正5分から約15秒遅れで情報を配信可能な状態となる

■情報生成アプリケーション起動タイミングまでにプローブ情報を未受信

⇒次の起動タイミングで情報生成されるため、正5分から約75秒遅れで情報を配信可能な状態となる

(2) 降雨情報について

降雨情報の配信技術について、集約サーバと配信先となる東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

図 2-97 に示した集約サーバと実証実験コンソーシアムサーバとの接続環境において、情報配信に関する技術的な評価として、表 2-24 の評価項目により導通評価を行うこととした。

サーバ間の疎通確認のための PING コマンド疎通試験は、各交通環境情報共通で実施した。

また、配信する情報が集約サーバ内に蓄積されることを確認するため、配信データの蓄積情報確認試験を評価項目として採用した。

加えて、配信する情報が規定のフォーマットとなっており（JASPAR 仕様の環境情報（コンテンツ：environment）に沿った情報項目（JSON 形式））、配信先の実証実験コンソーシアムサーバ側で正常に取り込みができたかどうかの確認を行うため、配信データのフォーマットチェックを評価項目として採用した。

また、導通評価とは別に、配信遅延評価として、情報源での情報の生成から収集、集約サーバ上でデータを蓄積し配信可能な状態となるまでの遅延の発生状況についても評価を行うこととした。なお、降雨情報の配信に採用した JASPAR 仕様では、配信先からのリクエストを受けて PULL 型で情報を配信するため、実証実験コンソーシアムサーバへの配信に要する時間については評価対象外とした。

表 2-24 配信技術の導通評価項目（降雨情報）

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに 1 分毎に配信した降雨情報ファイルが蓄積されること。
3	配信データフォーマットチェック	実証実験コンソーシアムサーバのアプリケーションで配信した降雨情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。

2) 検証結果

①導通評価結果

上記で設定した導通評価の項目について確認を行い、表 2-25 に示す通りいずれも問題のない評価結果となった。

表 2-25 配信技術の導通評価結果（降雨情報）

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間がms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに1分毎に配信した降雨情報ファイルが蓄積されること。	○ 蓄積フォルダに配信した降雨情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認した。
3	配信データフォーマットチェック	実証実験コンソーシアムサーバのアプリケーションで配信した降雨情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	○ 実証実験コンソーシアムサーバのアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを確認した。

②配信遅延評価結果

降雨情報は、集約サーバにおいて、収集した高解像度ナウキャストの情報を解析し、配信エリアの抽出、配信形式である JSON 形式への変換を行っており、変換処理に平均 8 秒程度を要することを確認した。また、変換処理は天候（晴れ、雨等）の違いによる影響はほぼないことを確認した。

また、降雨情報の情報源での生成から収集（SFTP の PUT による集約サーバの所定フォルダへの情報の配置）までに平均 147 秒程度を要しており、情報源での情報生成から集約サーバで情報配信が可能な状態になるまでに、正 5 分から約 155 秒の遅れが生じることを確認した。

(3) 模擬緊急車両位置情報について

模擬緊急車両位置情報の配信技術について、集約サーバと配信先となる東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

図 2-97 に示した集約サーバと実証実験コンソーシアムサーバとの接続環境において、情報配信に関する技術的な評価として、表 2-26 の評価項目により導通評価を行うこととした。

サーバ間の疎通確認のための PING コマンド疎通試験は、各交通環境情報共通で実施した。

また、模擬緊急車両位置情報はバイナリ電文の形式で配信する点、即時性が必要な情報である点を考慮し、配信した情報のフォーマットチェックまでは行わず、配信したバイナリ形式の情報が情報源側から収集した情報の日時、データサイズと整合しているかを確認することで、配信した情報の整合性の確認を行う配信ログ確認を評価項目として採用した。

加えて、導通評価とは別に、配信遅延評価として、情報源での情報の生成から収集、配信までの遅延の発生状況についても評価を行うこととした。

表 2-26 配信技術の評価項目（模擬緊急車両位置情報）

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。

2) 検証結果

①導通評価結果

上記で設定した導通評価の項目について確認を行い、表 2-27 に示す通りいずれも問題のない評価結果となった。

表 2-27 配信技術の導通評価結果（模擬緊急車両位置情報）

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	○ 集約サーバアプリケーションの情報配信ログに記録されている日時・データサイズと収集した模擬緊急車両位置情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認した。

②配信遅延評価結果

模擬緊急車両位置情報は、情報源から随時データを収集し、時刻ログヘッダを付与して随時配信する仕様であり、伝送時間のずれは最大 10 ミリ秒程度でほぼ遅延なく配信されたことを確認した。また、模擬緊急車両位置情報は、配信するデータの伝送バイト数が小さいため、伝送時間は変動しづらいものと考えられる。

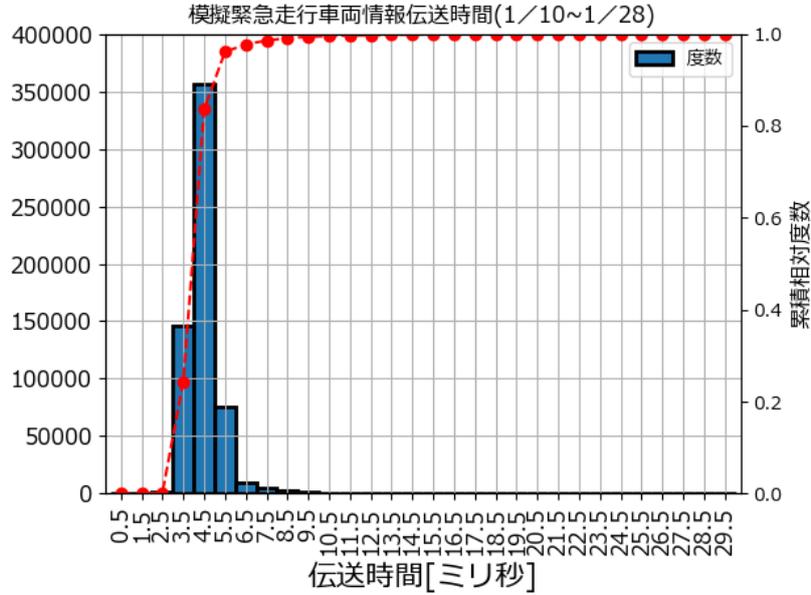


図 2-98 模擬緊急車両位置情報の伝送時間

(4) V2N 信号情報について

V2N 信号情報の配信技術について、集約サーバと配信先となる東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバとの接続環境を構築し、評価を行った。

1) 検証方法

図 2-97 に示した集約サーバと実証実験コンソーシアムサーバとの接続環境において、情報配信に関する技術的な評価として、表 2-28 の評価項目により導通評価を行うこととした。

サーバ間の疎通確認のための PING コマンド疎通試験は、各交通環境情報共通で実施した。

また、V2N 信号情報はバイナリ電文の形式で配信する点、即時性が必要な情報である点を考慮し、配信した情報のフォーマットチェックまでは行わず、配信したバイナリ形式の情報が情報源側から収集した情報の日時、データサイズと整合しているかを確認することで、配信した情報の整合性の確認を行う配信ログ確認を評価項目として採用した。

加えて、導通評価とは別に、配信遅延評価として、情報源での情報の生成から収集、配信までの遅延の発生状況についても評価を行うこととした。

表 2-28 配信技術の評価項目 (V2N 信号情報)

項番	評価項目	評価基準
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信した V2N 信号情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。

2) 検証結果

①導通評価結果

上記で設定した導通評価の項目について確認を行い、表 2-27 に示す通りいずれも問題のない評価結果となった。

表 2-29 配信技術の導通評価結果 (V2N 信号情報)

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PING コマンド疎通試験	PING コマンド応答時間が ms オーダーであること。	○ すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信した V2N 信号情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	○ 集約サーバアプリケーションの情報配信ログに記録されている日時・データサイズと収集した V2N 信号情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認した。

②配信遅延評価結果

V2N 信号情報は、情報源から随時データを収集し、時刻ログヘッダを付与して随時配信する仕様であり、伝送時間のずれは最大 10 ミリ秒程度でほぼ遅延なく配信されたことを確認した。また V2N 信号情報は、配信するデータの伝送バイト数が小さいため、伝送時間は変動しづらいものと考えられる。

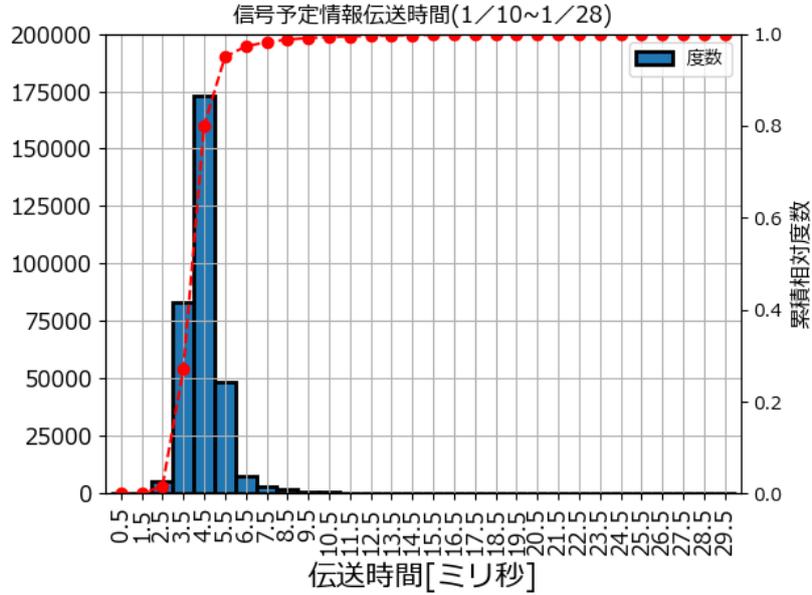


図 2-99 V2N 信号情報の伝送時間

3. 実証実験

2の各要素の技術検討並びに評価を実証するために実証実験を行う。

実証実験に当たっては、一般財団法人日本デジタル道路地図協会（以下「DRM協会」という）及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンター（以下「VICSセンター」という）のリンク地図を車線別に表現した位置参照方式（高度化 DRM）の定義並びにSIP第2期「高精度3次元地図における位置参照点（CRP）のあり方に関する調査検討」で検討されているCRP設定仕様に基ついた位置参照方式の定義を踏まえた2種類のノードリンク地図を実証実験箇所（首都高速道路湾岸線（台場～羽田中央）並びに首都高速道路羽田線（汐留～羽田西））について作成し、実証実験に用いた。

なお、2020年度においては、プローブ提供事業者よりオンライン接続によるリアルタイムプローブ情報を調達し、東京臨海部実証実験コンソーシアムと協力して、上記区間において実験参加車両に車線別情報を配信する実証実験を実施した。なお、実証実験箇所について2種類のノードリンク地図を作成し、うち DRM協会及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンターのリンク地図を車線別に表現した位置参照方式（高度化 DRM）の定義を踏まえたノードリンク地図を実証実験に用いた。また、車線別情報の有効性を検証するため実験参加者に対するアンケート調査を実施した。

また、2021年度においては、データ集約サーバを新規に構築して情報提供元との接続を行い、各種交通環境情報をデータ集約サーバに蓄積し、所定の通信仕様に変換した上で、SIP別事業のデータサーバへの配信を行った。このうち、車線別情報については、オンライン接続するプローブ提供事業者を1社から2社に増やすと共に、ウインカー情報を活用することで分岐部以外でも車線別情報を提供した。

そして、2022年度においては、前年度に構築した実証実験環境を維持し、各種交通環境情報をデータ集約サーバに蓄積し、SIP別事業のデータサーバへの配信を行った。このうち、車線別情報については、オンライン接続するプローブ提供事業者を2社から4社に増やすと共に、実験⇒技術評価⇒検討・改良⇒実験といったPDCAサイクルを回すことを目的に、春期（4～5月実施）と秋期（9～10月頃）の2回に分けて実証実験を実施した。

3.1 2020 年度実証実験の実施

3.1.1 2020 年度実証実験の実施内容

2020 年度においては、プローブ提供事業者よりオンライン接続によるリアルタイムプローブ情報を調達し、東京臨海部実証実験コンソーシアムと協力して、上記区間において実験参加車両に車線別情報を配信する実証実験を実施した。なお、実証実験箇所について2種類のノードリンク地図を作成し、うち DRM 協会及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンターのリンク地図を車線別に表現した位置参照方式（高度化 DRM）の定義を踏まえたノードリンク地図を実証実験に用いた。また、車線別情報の有効性を検証するため実験参加者に対するアンケート調査を実施した。

(1) 2020 年度オンライン情報配信実証実験の実施概要

1) 実証実験実施区間・期間等

市販車両から取得可能なプローブ情報を用いて、3 つのユースケースにより生じる渋滞末尾位置に関する注意喚起情報を生成し、オンラインで情報提供する。

実験参加者は情報提供期間中に対象区間を走行し、情報を受信/閲覧した上で、有効性評価に関するアンケートに回答する。

① 情報提供区間

右図の実験対象区間の範囲

1) 走行推奨区間

・1号羽田線上り
(平和島IC →汐留IC)

※渋滞による注意喚起情報を受信する可能性が高い
※時間帯によって車線別の注意喚起情報となる

2) 走行推奨時間帯

・注意喚起情報を受信する可能性の高い以下の時間帯
平日朝 (9-10時頃)
平日夕方 (15-17時頃)

② オンライン情報提供期間

・2021年2月15日 (月) から2月26日 (金) までの平日10日間
・9:00-17:00

③ 提供情報

以下の注意喚起情報を5分周期で提供

●「渋滞末尾」位置 (100m区間単位) ※一部箇所、時間帯は車線別

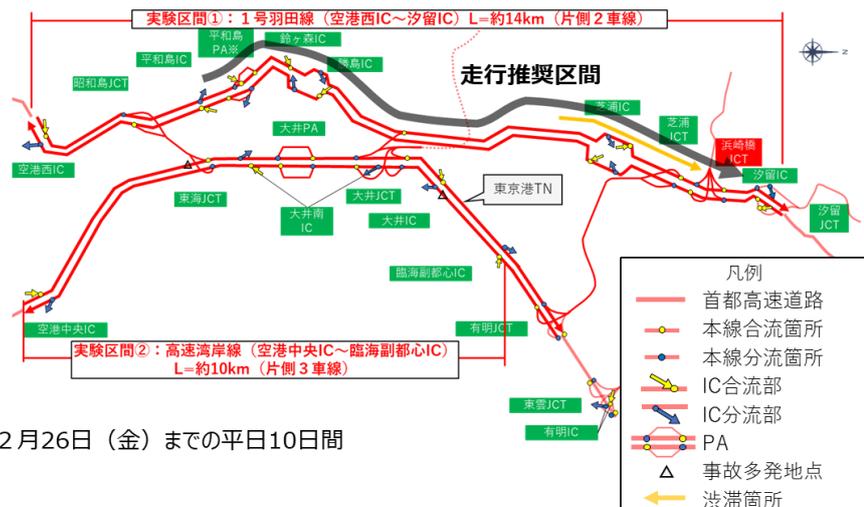


図 3-1 オンライン情報配信実証実験の実施概要

2) 2020 年度実証実験の全体スケジュール

オンライン情報提供期間（2021 年 2 月 15 日（月）から 2 月 26 日（金）までの平日 10 日間）の前に、事前確認期間（2 月 8 日（月）から 2 月 12 日（金）までの平日 5 日間）を設け、実験参加者には、走行体験前に提供情報の具体を把握してもらった（事前に接続確認期間あり）。

また、提供情報の事前確認、並びにオンライン情報提供の走行体験を踏まえ、情報の有効性等に関するアンケートに回答してもらった。

なお、アンケートの回収期限を 2021 年 3 月 8 日（月）とした。

表 3-1 オンライン情報配信実験の全体スケジュール

	2021/2				2021/3	
	1	8	15	22	1	8
事前資料配布	2/5 (Fri)					
事前情報確認期間	接続確認期間 2/4~5 (Thu~Fri) (Mon) (Fri)					
	配信時間帯9:00-17:00					
オンライン情報提供期間			2/15 (Mon)	2/19 (Fri)	2/22 (Mon)	2/26 (Fri)
			配信時間帯9:00-17:00			
アンケート回収					3/8 (Mon) 〆切	

3) 2020 年度実証実験のシステム構成

実証実験では実験システムを構築し、プローブ提供事業者や東京臨海部実証実験コンソーシアムのシステムと接続することで実験参加車両に情報配信を行った。

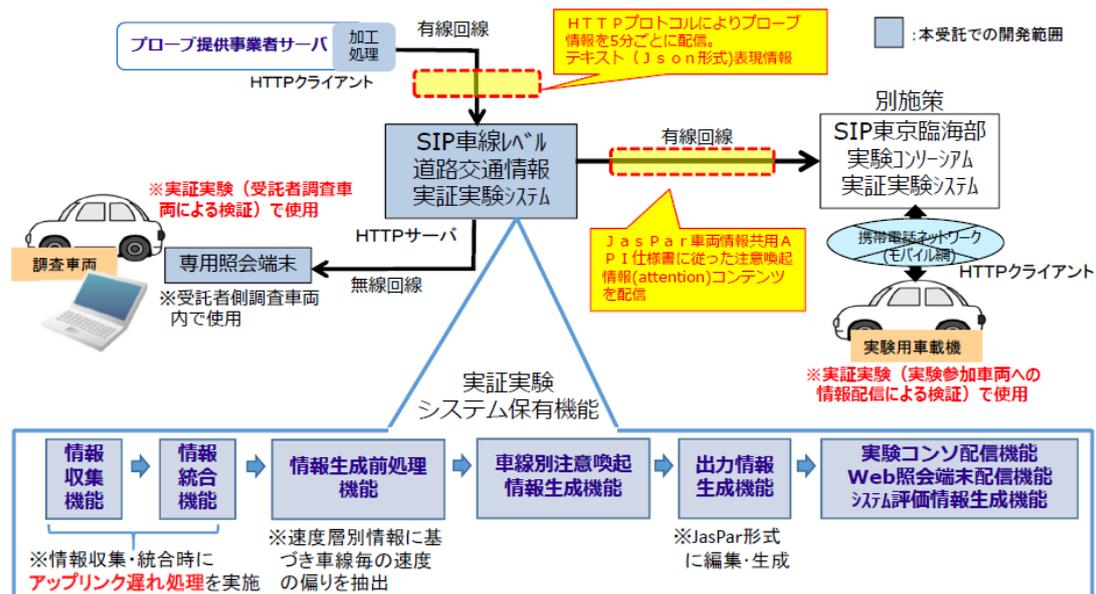


図 3-2 実証実験のシステム構成

4) 主要検証フィールドでの渋滞発生状況と情報配信の概要

首都高1号羽田線入りでは平日朝夕、浜崎橋 JCT を先頭とする渋滞が恒常的に生じる。新宿方面が渋滞するため、渋滞列が羽田線左車線に溢れ、時間帯により車線別渋滞が発生することから、主要検証フィールドとして位置づけた。

注意喚起情報として、渋滞末尾位置を 100m 単位、5 分間周期で生成した。渋滞が第 1 車線のみ場合は当該車線に注意喚起情報を表示し、両車線（断面渋滞）の場合は両車線に表示した。

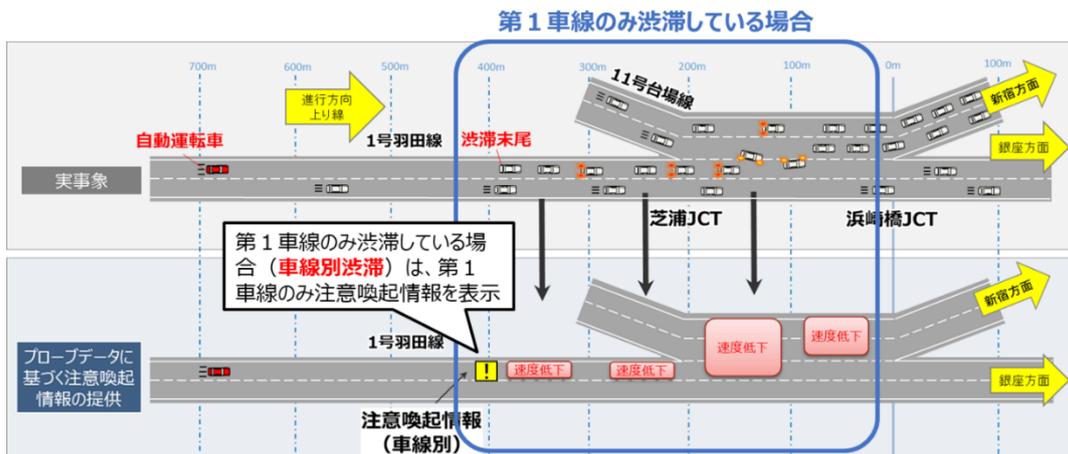
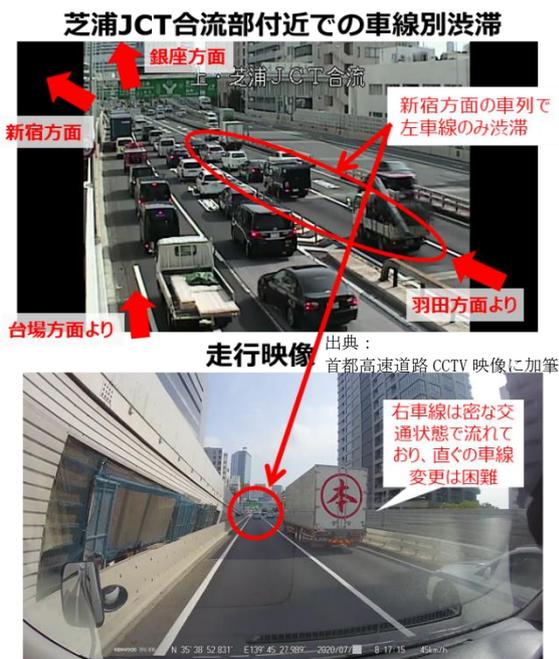


図 3-3 主要検証フィールドでの渋滞発生状況と情報配信の概要

< 浜崎橋 JCT での車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ >

羽田線第 1 車線で車線別渋滞発生時、第 2 車線は密な交通状態で流れており、銀座方面に直進する場合、直ぐの車線変更は困難である。

事前に走行車線前方の情報が分かれば、余裕を持って車線変更できる。



出典：首都高速道路 CCTV 映像に加筆

高精度3D地図への車線レベル道路交通情報の表示イメージ (車載ビューア表示例)



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度 3 次元地図データと、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

図 3-4 浜崎橋 JCT での車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ

5) 配信情報の内容について（浜崎橋 JCT 周辺の例）

① 車線別渋滞の場合

平日朝夕時に羽田線上りを走行すると、浜崎橋 JCT を先頭とし、芝浦 IC 前後まで延伸する渋滞に遭遇する確率が高い。この時、注意喚起情報として、渋滞末尾位置を 100m 単位で表示し、5 分間周期で更新した。なお、注意喚起情報が表示される車線は、断面渋滞（全車線）か車線別渋滞（特定車線）かにより異なる※1。第 1 車線のみ渋滞している場合（車線別渋滞）は、第 1 車線のみ注意喚起を表示するようにした。

※1: 取得データと情報生成アルゴリズムの都合上、車線が特定できなかった場合には全車線に注意喚起が表示される場合がある。

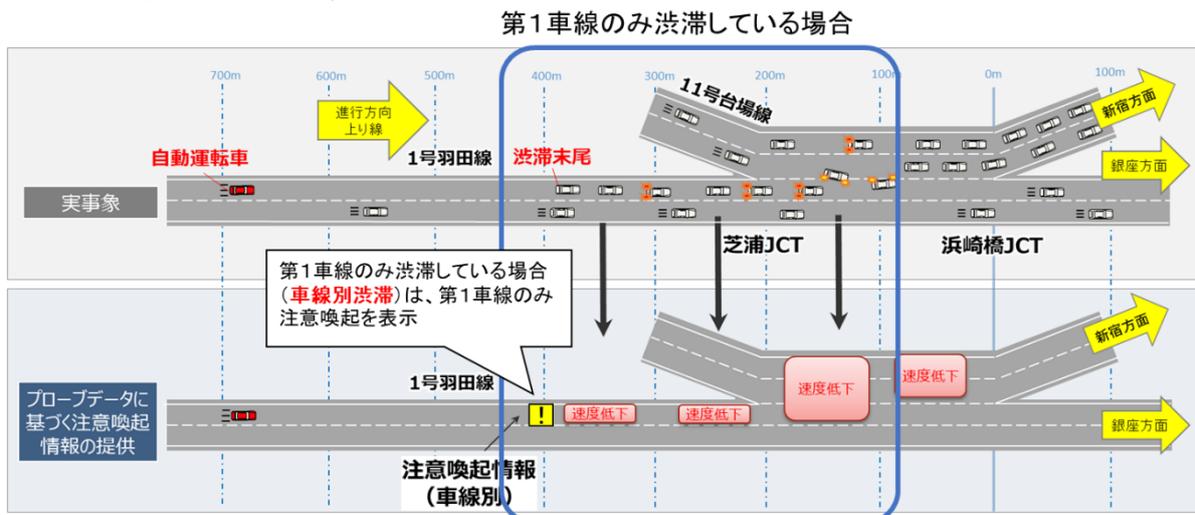


図 3-5 配信情報の内容について（第 1 車線のみ渋滞している場合）

<参考> 1号羽田線（上）芝浦 JCT～浜崎橋 JCT 間の交通状況（2020 年 7 月平日，8:17 頃）

- 新宿方面の車列が渋滞を始め、羽田方面から新宿方面に向かう車両が車線変更できず、羽田線側に車列が溢れる。
- 羽田線の左車線が車線別渋滞となるが、交通量が多いと直ぐに両車線とも渋滞となり、羽田方面に延伸する。

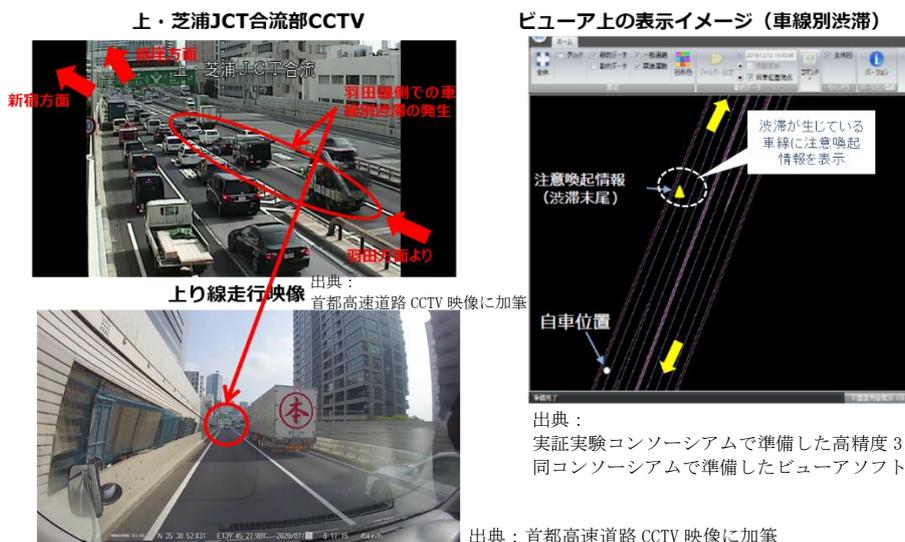
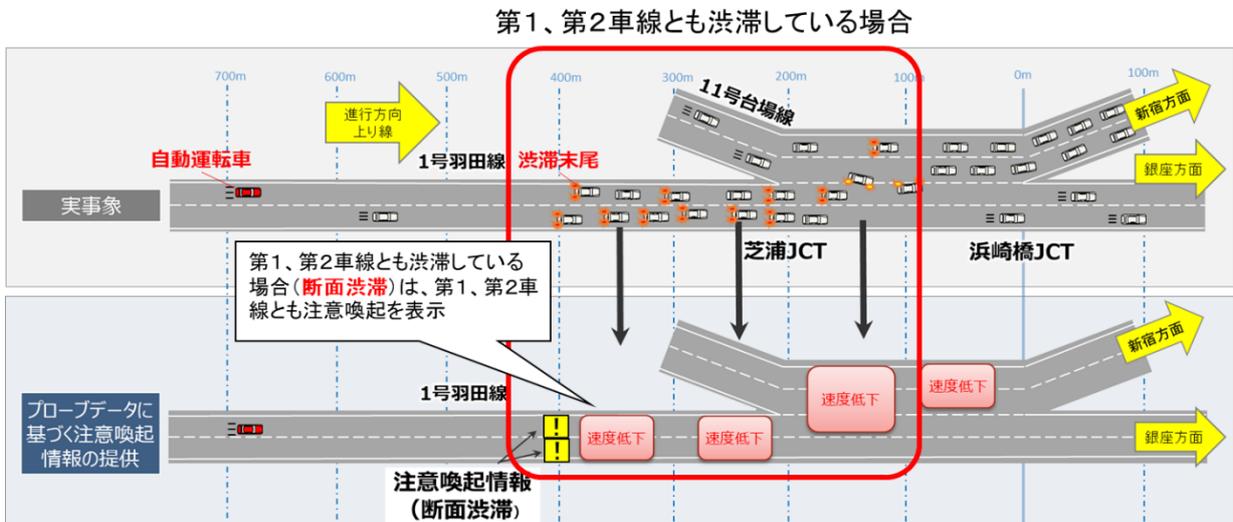


図 3-6 1号羽田線（上）芝浦 JCT～浜崎橋 JCT 間の走行映像とビューア表示イメージ

② 断面渋滞（全車線渋滞）の場合

第1、第2車線とも渋滞している場合（断面渋滞）は、第1、第2車線とも注意喚起を表示するようにした。



<参考> 1号羽田線（上）芝浦 IC 手前区間の交通状況（2020年8月平日，8:53頃）



図 3-8 1号羽田線（上）芝浦 IC 手前区間の走行映像とビューア表示イメージ

(2) 事前確認期間における実施事項

実験参加者に走行体験前に提供情報の具体を把握してもらうための事前確認期間における実施事項を以下に示す。

1) 事前確認のための情報配信期間・時間帯

- ・2021年2月8日（月）から2月12日（金）までの平日5日間
- ・配信時間帯：9：00-17:00

2) 配信情報

2020年7月のある1日における朝ピーク時（8:00～9:00）の過去プローブ情報に基づいて生成される注意喚起情報を毎正時を基準に、5分間周期で繰り返し配信する（図 3-9 参照）。

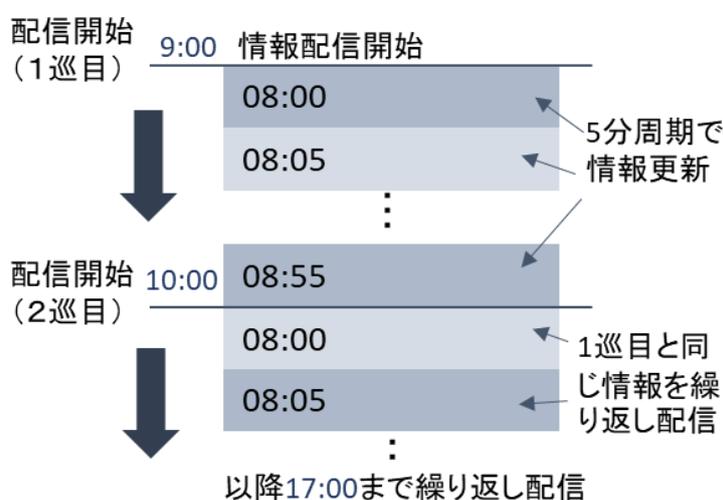


図 3-9 事前確認期間における情報配信イメージ

3) 実験参加者への配布資料

- ア) 配信情報説明資料
- イ) 映像資料（動画ファイル）
 - ・注意喚起情報が表示される際のビューア映像と実際の交通実態映像を同期して示したもの。

4) 実験参加者への依頼事項

実験参加者は資料ア) イ) を参照し、今回の情報配信内容について理解を深め、オンライン情報配信時の走行体験等に備える。

オンライン情報配信ではリアルタイムに収集できるプローブ情報量に制約があり、情報精度（位置等）が低い場合や、時間帯によっては情報が生成されない場合も想定されるため、この事前確認においてプローブ情報が一定量ある場合の情報精度等をイメージし、アンケート回答の際の参考とする。

＜参考＞映像資料の概要

- 映像資料（動画ファイル）は注意喚起情報が表示される際のビューア映像と実際の交通実態映像を同期して示したもの。
- 動画ファイルは走行推奨区間（1号羽田線乗り）における以下の2事例。
 動画 a：鈴ヶ森 IC→浜崎橋 JCT 走行において芝浦 IC 手前で注意喚起情報（断面渋滞）を受信し、遭遇するケース（約 10 分）
 動画 b：芝浦 IC→浜崎橋 JCT 走行において芝浦 JCT 手前で注意喚起情報（左車線渋滞）を受信し、遭遇するケース（約 2 分）

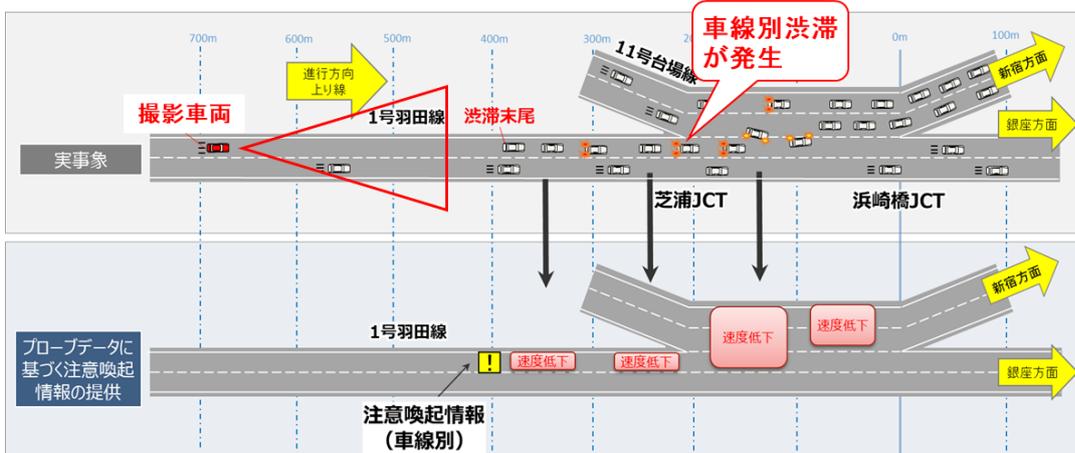


図 3-10 動画 b のシチュエーション

【映像資料】
 - 1号羽田線（上り）での渋滞に対する注意喚起情報の生成事例 -

1号羽田線（上） 鈴ヶ森IC→浜崎橋JCTの走行ケース（2020年7月平日，9:25～9:35頃）
 ○芝浦IC付近で渋滞末尾（断面渋滞）の注意喚起情報が表示されている。
 ○9:30:28頃現場に到着。ただし、このケースでは渋滞が解消局面であり、実際の渋滞末尾には約300m先（9:30:50頃）で遭遇。

注意：2/15からのオンライン情報提供ではリアルタイムに収集できるプローブ情報量に制約があるため、事象判定に要す時間（情報更新周期）が長くなり、情報精度（位置等）が低下する場合がありますので、ご容赦ください。

図 3-11 動画の画面構成（動画 a）

(3) オンライン情報提供期間における依頼事項

実験参加者に走行体験前に提供情報の具体を把握してもらうための事前確認期間における実施事項を以下に示す。

1) オンライン情報提供期間・配信時間帯

情報提供期間 2021年2月15日(月)から2月26日(金)までの平日10日間

配信時間帯 9:00-17:00

2) 配信情報:

- ・下記2路線のリアルタイムプローブ情報に基づく注意喚起情報を配信
- ・首都高1号羽田線(空港西IC⇔汐留IC)、高速湾岸線(空港中央IC⇔臨海副都心IC)

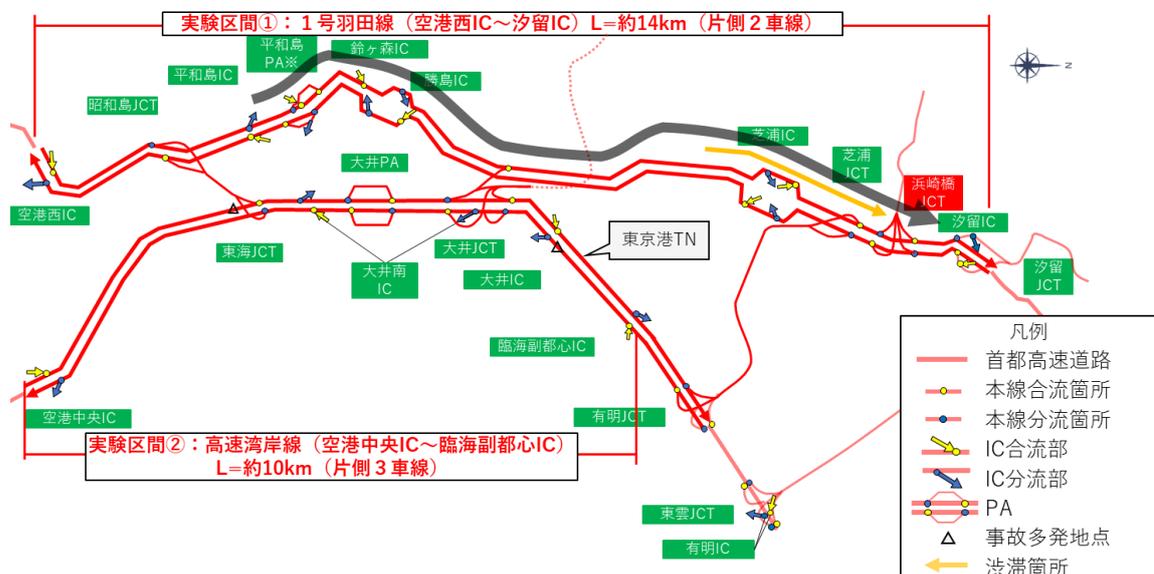


図 3-12 オンライン情報提供路線・区間

3) 実験参加者への配布資料:

- ア) 配信情報説明資料
- イ) アンケート質問票(PDF)
- ウ) アンケート回答票(A票、B票)(EXCEL)

4) 依頼事項:

- ・資料ア)を参照し、アンケート内容(資料イ))及び回答方法を把握
- ・上記期間中に対象区間を走行*し、走行後は資料ウ)に回答を記入

※下記の推奨区間、時間帯に走行すると注意喚起情報を受信する可能性が高い

- ・走行推奨区間(注意喚起情報を受信する可能性の高い区間):羽田線上り(平和島IC → 汐留IC)
- ・走行推奨時間帯(注意喚起情報を受信する可能性の高い時間帯):朝(9-10時頃)、夕方(15-17時頃)

5) アンケートの実施方法

① アンケートへの回答

- ・アンケートでは、主に配信情報の有効性や求められる要件、必要な情報、実用化に向けた改善点等についてご意見を頂くこととした。
- ・走行状況に関する A 票と有効性等の評価に関する B 票のそれぞれに回答するものとした。
- ・A 票と B 票を回答する時期は下記の通り。
 A 票：走行回毎の状況を踏まえ、走行前後に回答
 B 票：全走行回の状況を踏まえ、最後に回答

表 3-2 アンケート設問内容

調査票	設問内容
A票	<ul style="list-style-type: none"> ・走行区間、日時、情報受信の有無 ・情報と実際の交通状況との合致度
B票	<ul style="list-style-type: none"> ・今回配信した情報の有効性について ・本サービスに求められる要件について(情報を必要とするタイミング(距離)、位置精度、更新周期) ・対象ユースケース(渋滞末尾、事故・落下物等、車線規制)において必要な情報 ・実用化に向けた改善点等

② アンケート回答票の概要

- ・アンケート回答票はエクセル形式で作成し、実験参加者に配布した。

表 3-3 アンケート回答票 (A 票)

	基礎情報：1 走行回毎に首都高のどのICから乗ってどのICで降りたか、時刻と共に答えください。						問1：左記の走行で配信情報をビューア上で確認することができましたか？ (プルダウンで選択してください)	問2：問1で「ア」を確認したとお答えの方、配信情報の表示地点で、実際の交通状況と比較することができましたか？ (プルダウンで選択してください)	問3：問2で「ア」：比較したとお答えの方、今回の受信情報について、走行時の交通状況と合っていましたか？ (プルダウンで選択してください)	1) 車線を特定した渋滞末尾位置情報 (車線別渋滞、進行方向100m単位) ※実験説明資料P6,7参照	2) 車線を特定しない渋滞末尾位置情報 (断面渋滞、進行方向100m単位) ※実験説明資料P8,9参照
	走行日	当日の走行回	首都高の走行開始IC	首都高の走行開始時刻	首都高の走行終了IC	首都高の走行終了時刻					
記入例①	2月16日	1回目	羽田西IC	9:45	汐留IC	10:20	ア：確認した	ア：比較した	イ：概ね合っていた	イ：概ね合っていた	
記入例②	2月16日	2回目	芝浦IC	11:00	汐留IC	11:15	ア：確認した	イ：比較できなかった			

表 3-4 アンケート回答票 (B 票) ※一部

自動運転車両 (レベル3以上) のバスプランニングに資する情報としての有効性についてお尋ねします	
1. 配信情報の有効性について	
自動運転車両 (レベル3以上) のバスプランニング (どの車線を走るか、どこで車線変更するか等) に資する情報として、今回提供する情報は有効だと考えますか？ (回答の選択肢) ア：有効である イ：どちらかと言えば有効である ウ：どちらかと言えば有効でない エ：有効でない オ：よく分からない	
1) 車線を特定した渋滞末尾位置情報 (車線別渋滞、進行方向100m単位)	▼プルダウンで選択してください
1)-1 1)の回答を選択した理由について、下のセルにご記入ください	
2) 車線を特定しない渋滞末尾位置情報 (断面渋滞、進行方向100m単位)	▼プルダウンで選択してください
2)-1 2)の回答を選択した理由について、下のセルにご記入ください	

③ 走行時の回答手順例

実験参加者の1回の走行（実験対象区間のIC乗り降り）における回答手順例を以下に示す。

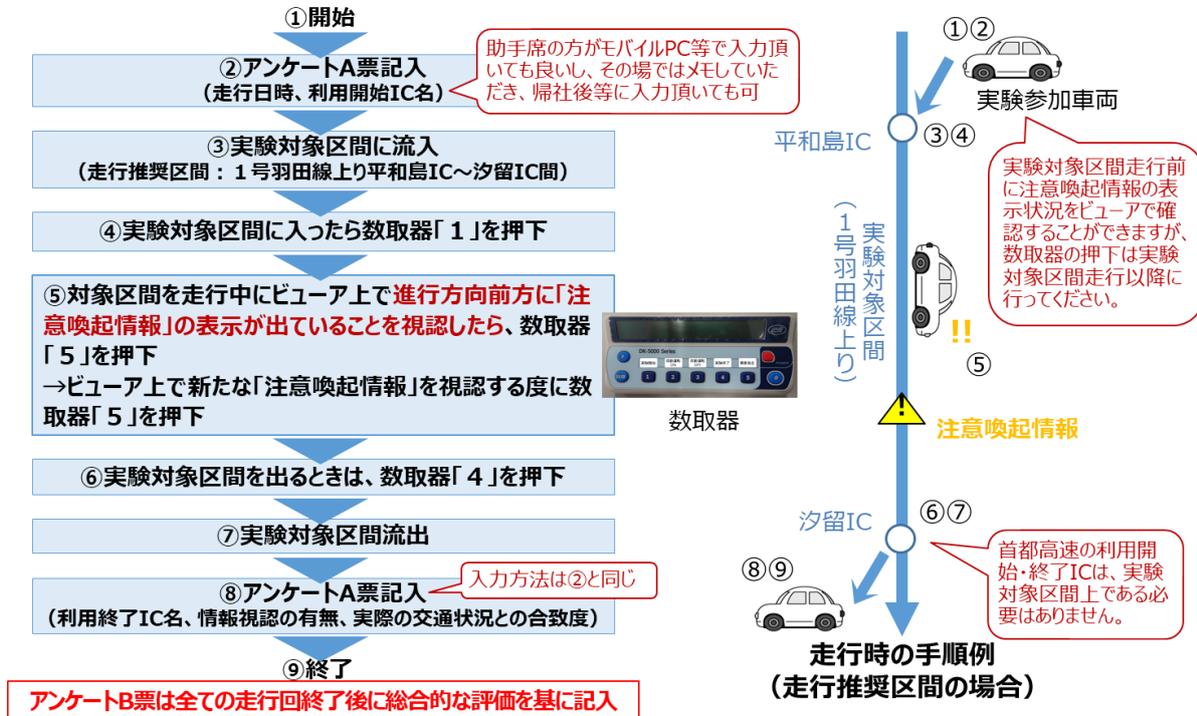


図 3-13 実験参加者走行時の回答手順例

(4) 実証実験参加者による有効性の評価

1) 有効性の評価方針

生成情報に関する有効性を評価するために実証実験参加者へのアンケートを実施する。

アンケートでは、配信情報の有効性（パスプランニング等）に関する評価、本サービスに求められる要件、実用化に向けた改善意見を尋ねることとした。

表 3-5 実証実験参加者による有効性評価方針（案）

技術仕様区分	アンケート項目	確認事項	技術仕様への反映	
車線別道路交通情報の生成	情報生成ロジック	・情報提供内容と実際の交通状況の整合度	・生成した情報の精度 ・情報生成ロジックの妥当性 ・空間解像度（100m）、更新周期（5分間）の妥当性	・情報生成ロジック ・空間解像度 ・情報更新周期
	情報項目、内容	・パスプランニングに資する情報としての有効性	・注意喚起（位置）情報、対象車線情報の利用価値	
	情報配信範囲	・パスプランニングに資する情報を必要とするタイミング（距離）	・OEMが想定するパスプランニング範囲	・空間解像度 ・情報更新周期
	空間解像度	・パスプランニングに資する情報として許容される進行方向位置の誤差	・望ましい位置精度	・空間解像度 ・必要サンプル数
	情報更新周期	・パスプランニングに資する情報として許容される情報更新周期	・望ましい情報更新周期	・情報更新周期
	その他	・対象とするユースケースにおいて必要な情報項目	・各ユースケースにおいて必要な情報項目とその理由	・情報項目（今後の機能拡張）
		・実用化に向けた改善点	-	-

2) アンケートの設問構成とねらい

実験参加者アンケートの設問構成と設問のねらいを以下に示す。

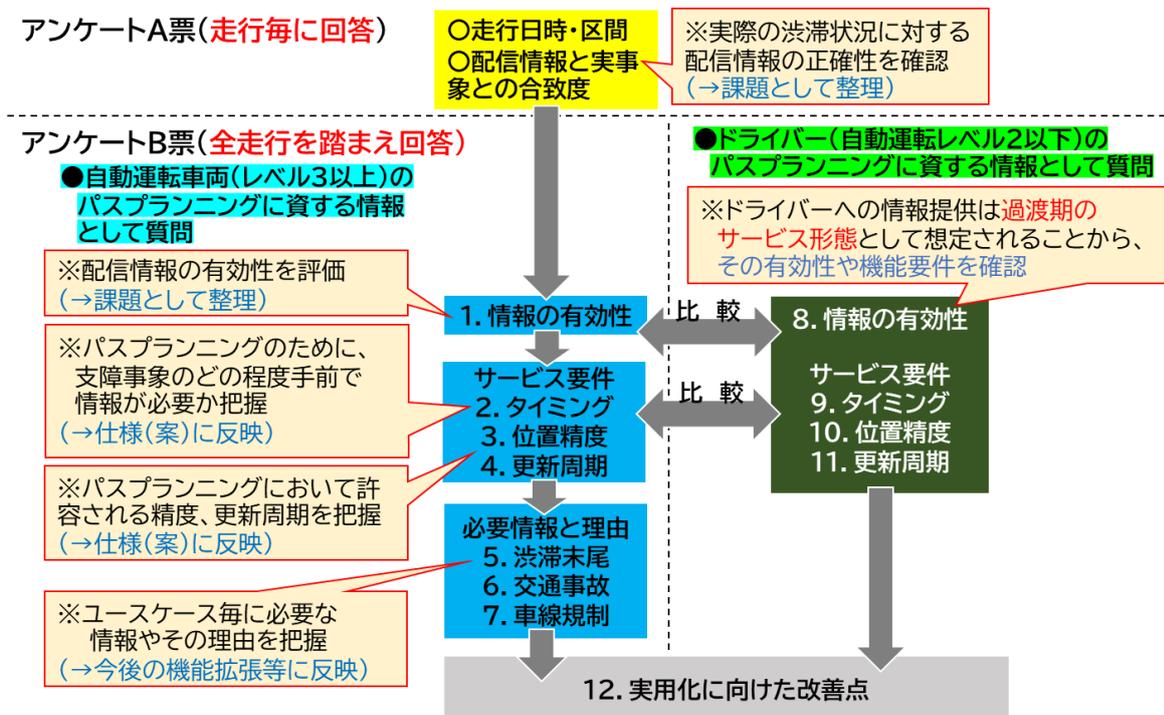


図 3-14 アンケートの設問構成とねらい

3.1.2 2020 年度実証実験の実施結果

2021 年 2 月 15 日（月）から 2 月 26 日（金）までの平日 10 日間に実施したオンライン情報配信実証実験及び、実験参加者による有効性アンケートの実施結果について説明する。

(1) 実証実験期間中の交通状況

実証実験期間中の朝ピーク時（09:30）の交通状況を JARTIC 交通情報により確認すると、羽田線上りは浜崎橋 JCT～芝浦 IC 周辺、空港西 IC 周辺、湾岸線東行きは東海 JCT、西行きは東京港 TN 周辺で渋滞（混雑）が発生していた。

2021 年



出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像

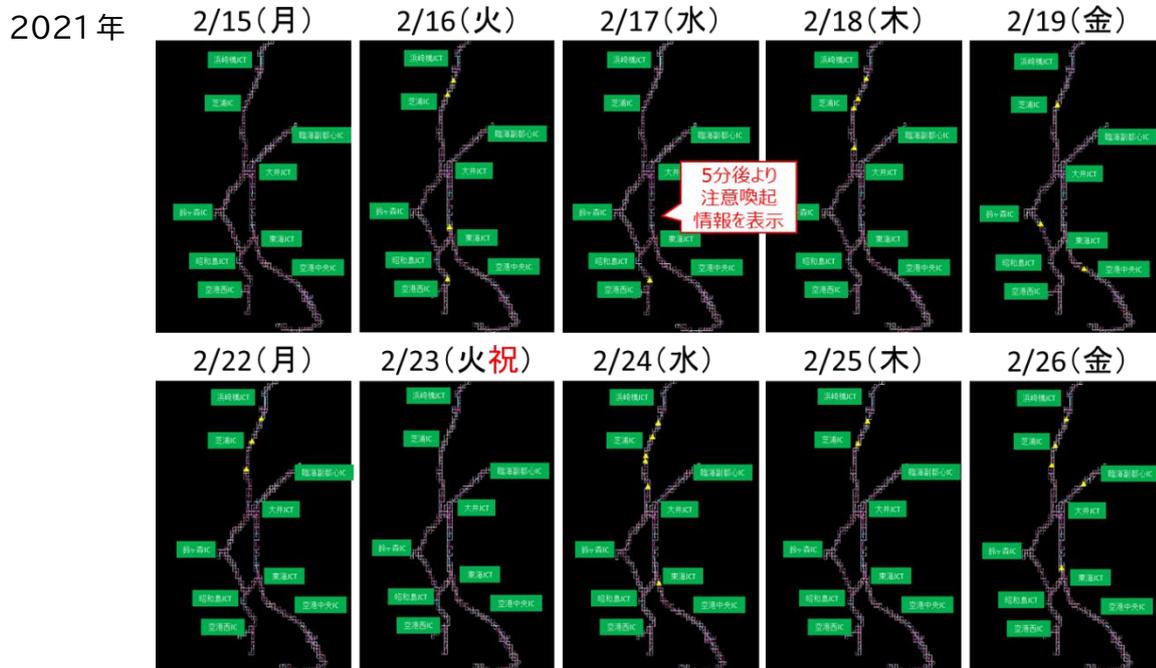
図 3-15 2020 年度実証実験期間中の交通状況

(2) 実証実験期間中の注意喚起情報の配信状況

1) 朝ピーク時の配信状況

① 全体概要

朝ピーク（09:30）における、配信情報の実験参加車両ビューア表示を以下に示す。渋滞末尾の位置に注意喚起情報を表示されており、同時刻帯の道路交通状況と概ね対応していた。

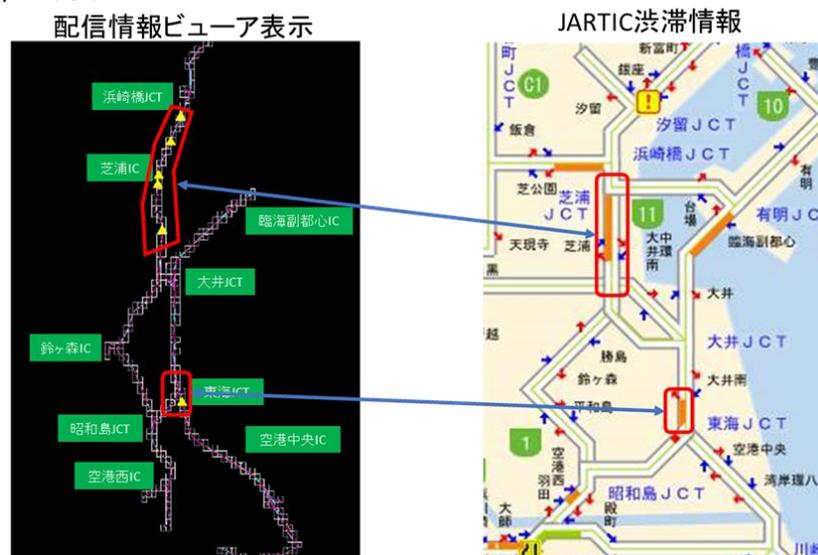


出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

図 3-16 実証実験間中の注意喚起情報の配信状況（ビューア表示より）

例えば、2021年2月24日（水）09:30のビューア表示をみると、羽田線上りの浜崎橋 JCT～芝浦 IC 周辺、湾岸線東行きの東海 JCT において注意喚起情報が表示されており、当日の交通状況と概ね対応していた。

2021/2/24(水) 9:30



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示
出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像に加筆

図 3-17 実証実験間中の注意喚起情報の配信状況（配信情報ビューア表示・JARTIC 渋滞情報）

② 路線別（区間別）の情報生成状況

羽田線上りの注意喚起情報の生成状況を見ると、浜崎橋 JCT～芝浦 IC 周辺において、注意喚起情報（断面渋滞）が 9:00～9:50 の間に生成されている。その他、空港西 IC 周辺において 9:20～9:50、10:25～11:00 の間に生成されている。

◆羽田線上りの注意喚起情報生成状況（2021年2月24日（水）9:00～11:00）

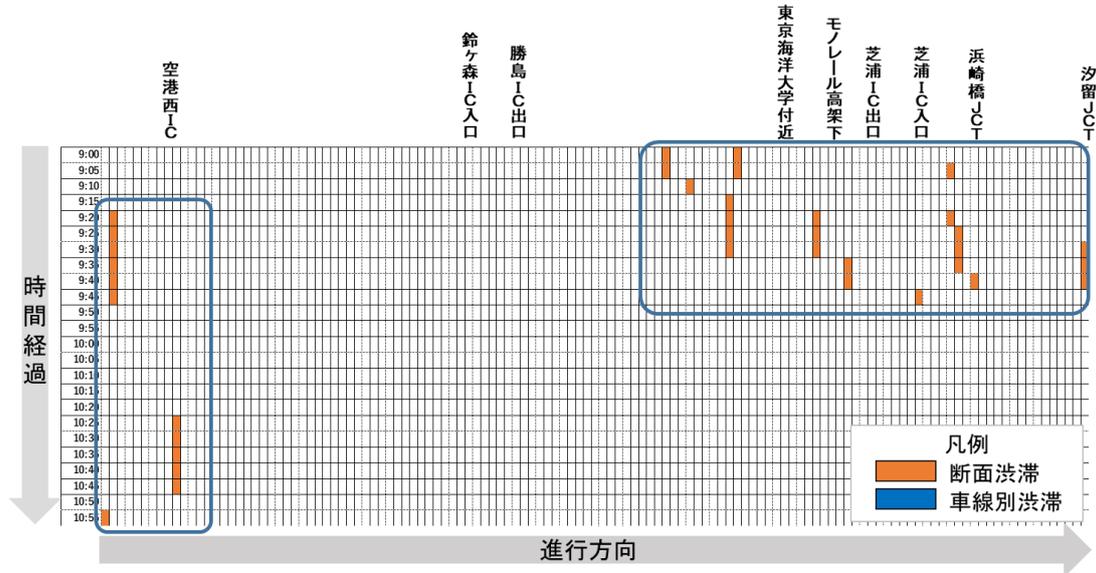


図 3-18 羽田線上りの注意喚起情報生成状況

羽田下りの注意喚起情報の生成状況を見ると、芝浦 IC 周辺において、注意喚起情報（断面渋滞）が 9:20～9:35 の間に生成されている。その他、昭和島 JCT 合流付近において 10:40～10:50 間に生成されている。

◆羽田線下りの注意喚起情報生成状況（2021年2月24日（水） 9:00～11:00）

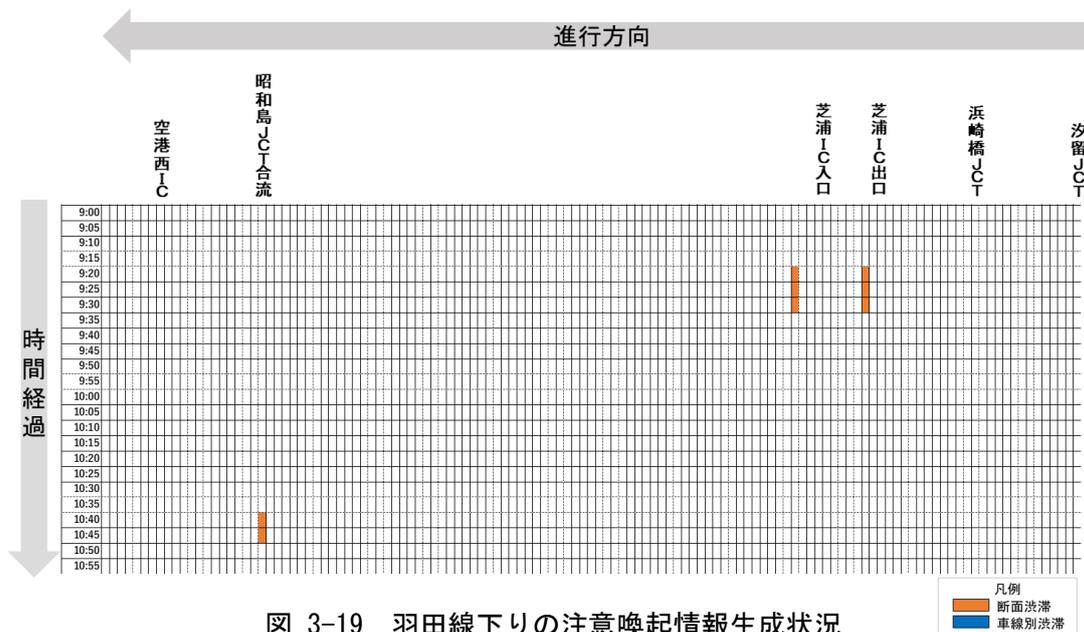


図 3-19 羽田線下りの注意喚起情報生成状況

湾岸線東行きの注意喚起情報生成状況をみると、東海 JCT 合流部付近において、注意喚起情報（断面渋滞）が 9:45~10:20 の間に生成されている。

◆湾岸線東行きの注意喚起情報生成状況（2021年2月24日（水）9:00~11:00）

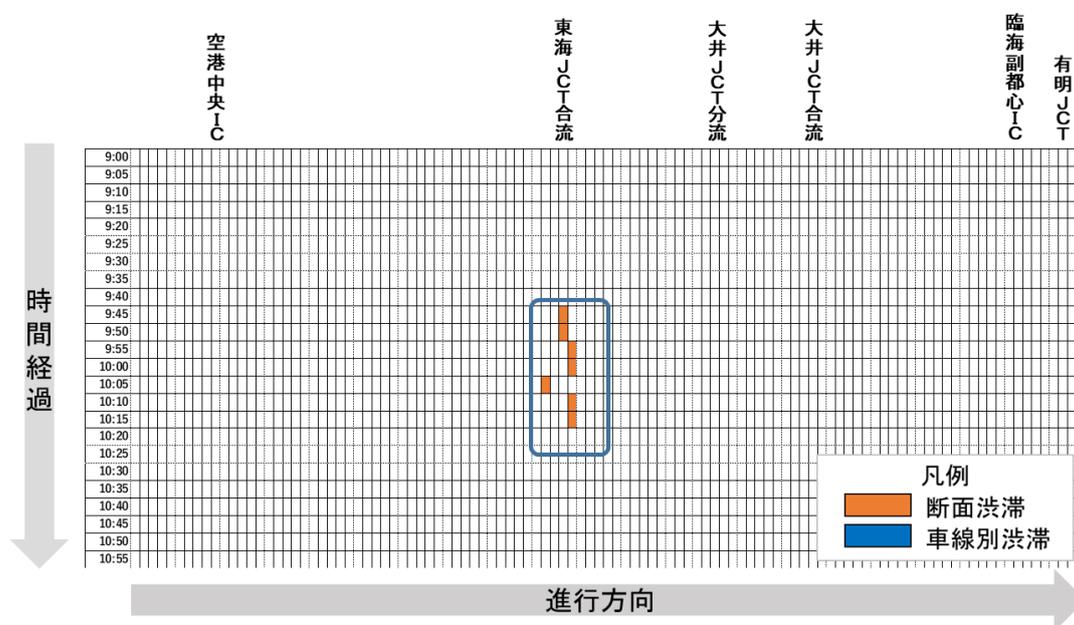


図 3-20 湾岸線東行きの注意喚起情報生成状況

湾岸線西行きの注意喚起情報生成状況をみると、有明 JCT 周辺及び臨海副都心 IC 周辺において、注意喚起情報（断面渋滞）が断続的に生成されている。

◆湾岸線西行きの注意喚起情報生成状況（2021年2月24日（水）9:00~11:00）

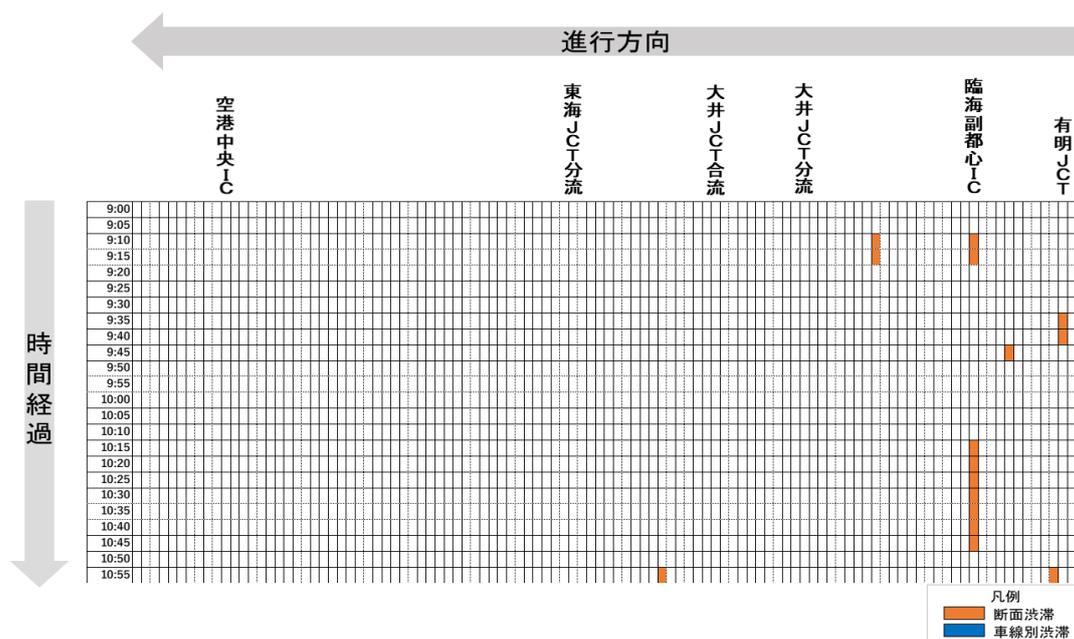


図 3-21 湾岸西東行きの注意喚起情報生成状況

2) 実証実験期間における情報生成頻度

実証実験期間中の羽田線上下りにおける注意喚起情報の生成地点をみると、浜崎橋 JCT～芝浦 IC 周辺、空港西 IC 周辺の生成頻度が高く、汐留 JCT～浜崎橋 JCT 周辺においては、一部車線別渋滞情報が生成されている。

◆羽田線上下りの注意喚起情報生成頻度（2021年2月15日（月）～26日（金））

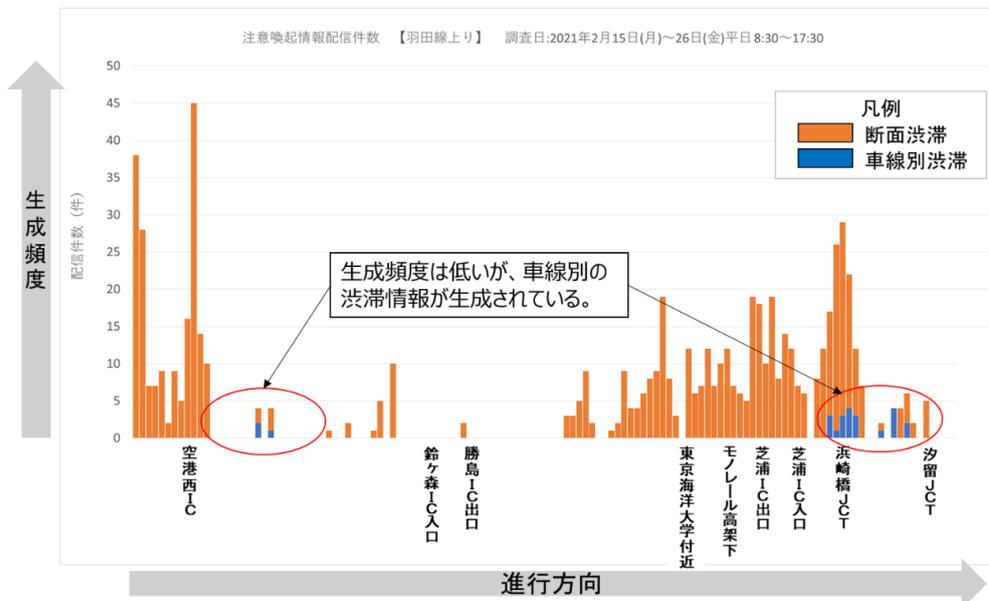


図 3-22 羽田線上下りの注意喚起情報の生成頻度

同じく羽田線下りにおける注意喚起情報の生成地点をみると、空港西 IC 周辺、昭和島 JCT 合流部付近、鈴ヶ森 IC 出口付近、芝浦 IC～汐留 JCT 周辺の生成頻度が高い。

◆羽田線下りの注意喚起情報生成頻度（2021年2月15日（月）～26日（金））

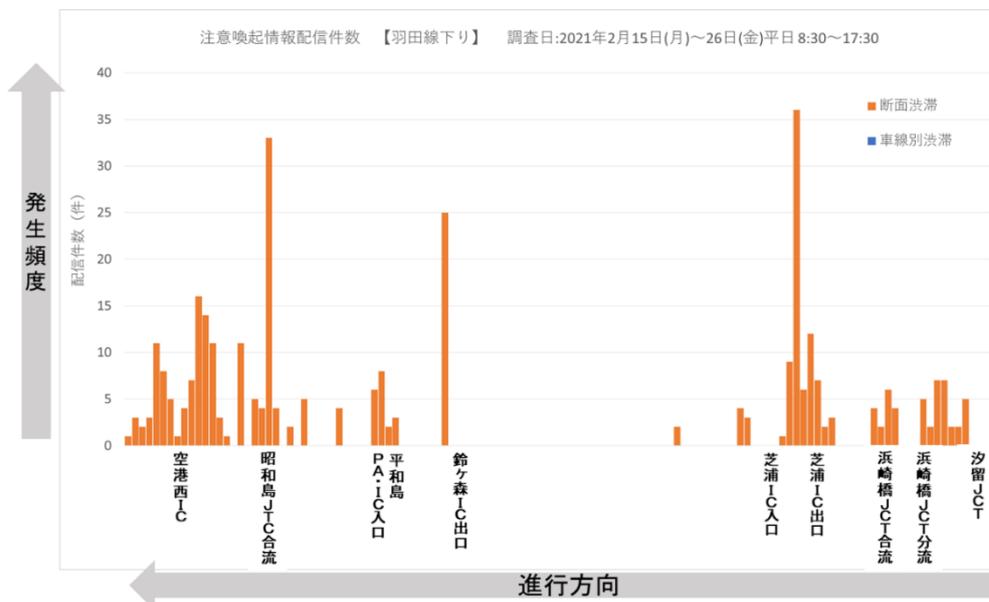


図 3-23 羽田線下りの注意喚起情報の生成頻度

期間中の湾岸線（東行き）における注意喚起情報の生成地点をみると、特に東海 JCT 周辺の生成頻度が高い。他区間は頻度が低いながらも、一様に生成地点が分布している。

◆湾岸線東行きの注意喚起情報生成頻度（2021年2月15日（月）～26日（金））

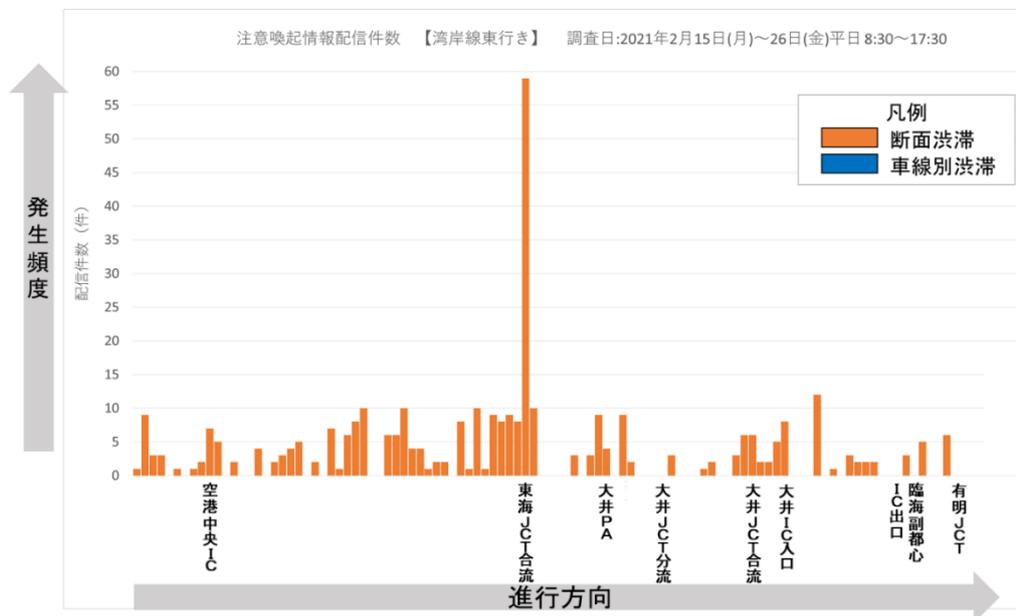


図 3-24 湾岸線東行きの注意喚起情報の生成頻度

同じく湾岸線（西行き）における注意喚起情報の生成地点をみると、特に臨海副都心 IC 入口付近の生成頻度が高い。

◆湾岸線西行きの注意喚起情報生成頻度（2021年2月15日（月）～26日（金））

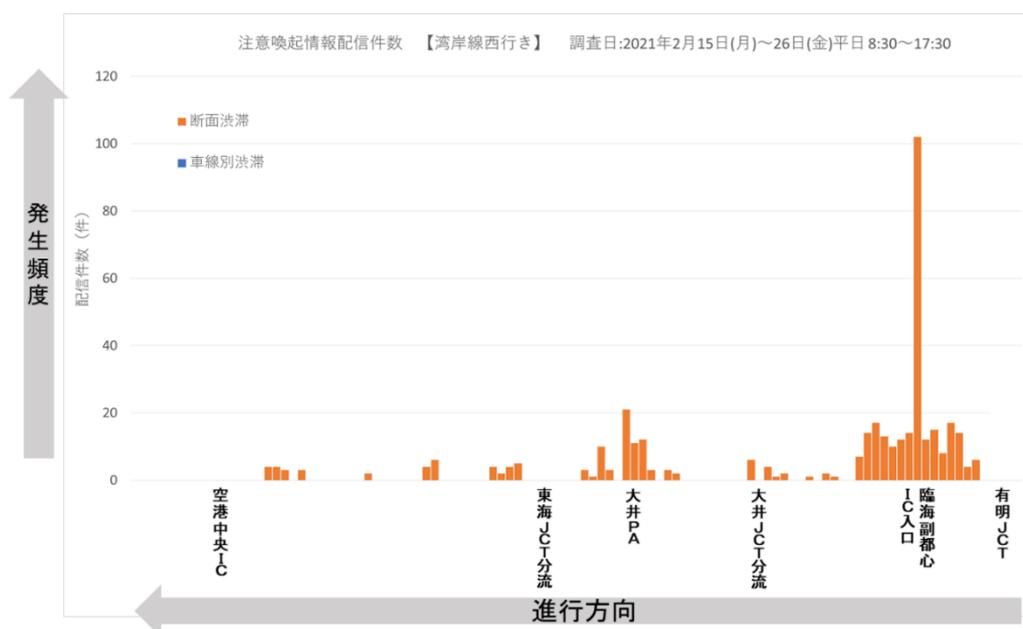


図 3-25 湾岸線西行きの注意喚起情報の生成頻度

<参考> 実証実験期間中の注意喚起情報（車線別）の配信状況

■ 羽田線 upper 芝浦 JCT 合流付近における車線別の注意喚起情報配信状況

車線別渋滞の注意喚起情報が配信される頻度は低く、継続時間も短い状況であった。

表 3-6 実証実験期間中の注意喚起情報（車線別）の配信状況

月日	曜日	時刻	配信情報(羽田線 upper：芝浦JCT合流付近)	
			支障車線	表示KP
2月15日	月	—		
2月16日	火	—		
2月17日	水	16:30	第1車線	0.8
2月18日	木	—		
2月19日	金	9:40	第1~3車線（4車線区間）	0.5
		9:45	第1車線	0.6
		9:50	第1車線	0.6
2月20日	土			
2月21日	日			
2月22日	月	9:55	第1車線	0.8
		10:00	第1車線	0.8
2月23日	火	—		
2月24日	水	—		
2月25日	木	10:00	第1車線	0.7
2月26日	金	8:30	第1~3車線（4車線区間）	0.5
		8:35	第1~3車線（4車線区間）	0.5
		8:40	第1~3車線（4車線区間）	0.5

注：羽田線 upper 芝浦 JCT 合流付近における配信情報を整理
 （他区間、他路線において、突発的状況を除き、車線別渋滞はほぼ発生しないため）

<ビューア表示例（2車線区間）>

- 羽田線上り芝浦 JCT 付近：2021/2/17 16:30 のビューア表示は以下のとおり。
- 第 1 車線の 0.8KP 地点に注意喚起情報（△）が表示されている。

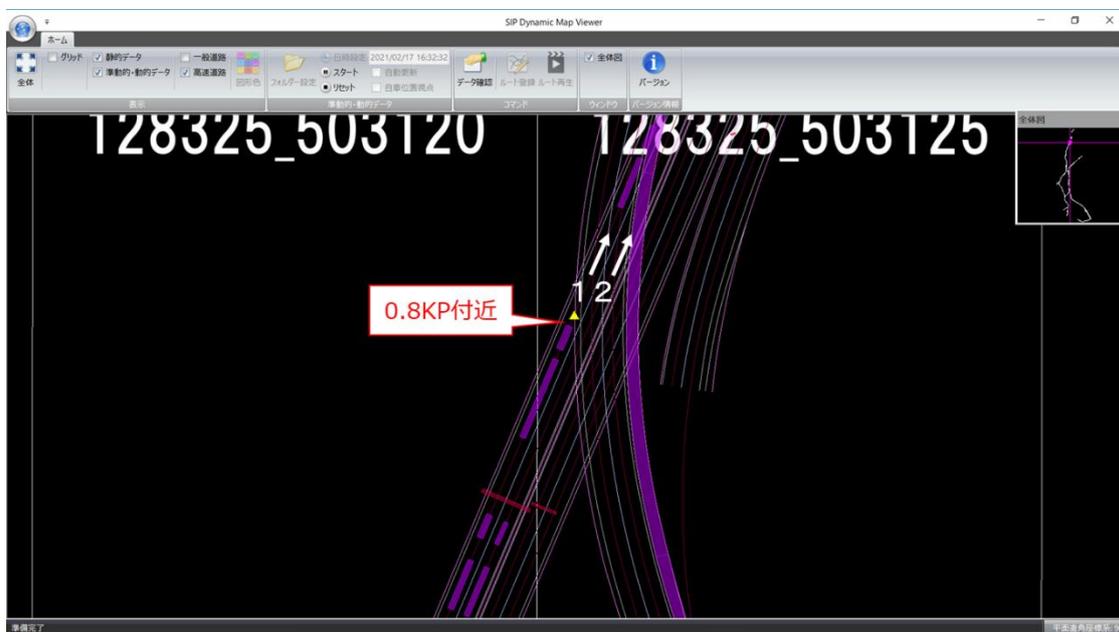


図 3-26 実証実験期間中の注意喚起情報（車線別）の配信状況（ビューア表示）

出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度 3 次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

<ビューア表示例（4車線区間）>

- 羽田線上り芝浦 JCT 付近：2021/2/19 09:40 のビューア表示は以下のとおり。
- 第 1～3 車線（4 車線区間）の 0.5 KP 地点に注意喚起情報（△）が表示されている。

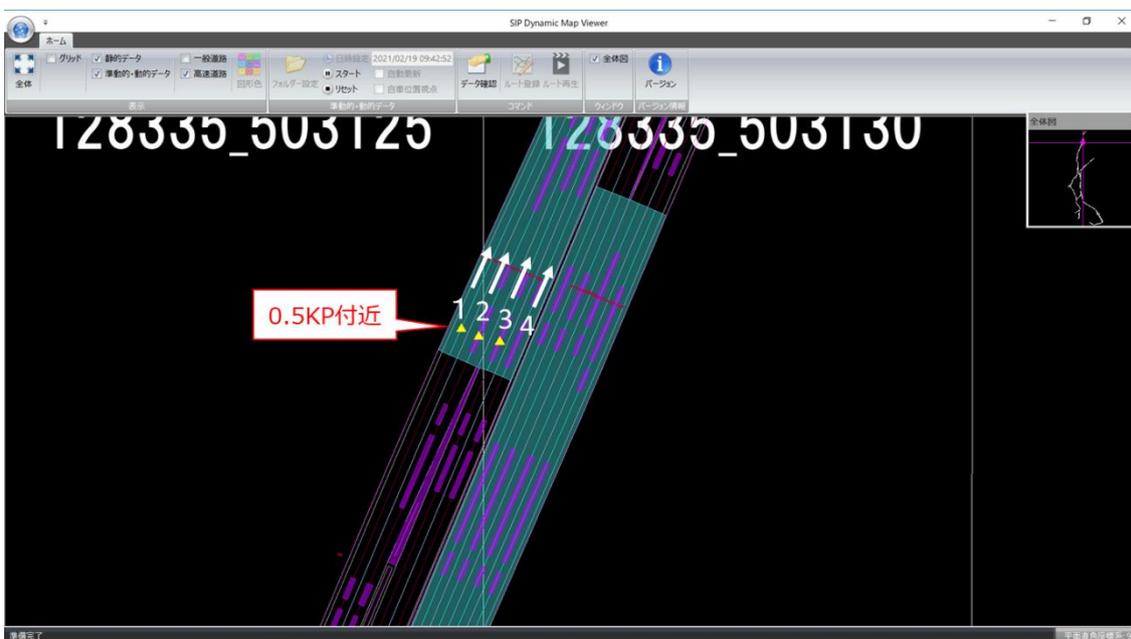


図 3-27 実証実験期間中の注意喚起情報（車線別）の配信状況（ビューア表示）

出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度 3 次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

(3) 2020 年度実証実験参加者アンケート結果

1) アンケート回答者の実験参加状況

- ・配信情報の有効性評価に関するアンケート回答者は計 11 社であった。
- ・首都高の実走行において配信情報を受信した回答者は 5 社、実験室レベルで配信情報を受信した回答者は 2 社であった。
- ・首都高の実走行は羽田線において行われ、実験期間中における、各社の走行回数は 2 回～13 回であった。

表 3-7 アンケート回答者の実験参加状況

アンケート回答者の実験参加状況		首都高における走行状況				
参加形態	参加者数	実験参加者	走行日数	走行回数	配信情報の確認回数	実際の交通状況と比較した回数
① オンライン配信実験に参加 (高速道路での実走行を伴う受信)	5社	A社	2日間	9回	8回	8回
② オンライン配信実験に参加 (実験室レベルでの受信)	2社	B社	1日間	2回	1回	1回
③ 配布映像資料のみ閲覧	3社	F社	3日間	9回	4回	4回
④ アンケートのみ回答	1社	G社	4日間	13回	9回	6回
計	11社	H社	2日間	2回	2回	2回

※走行区間は羽田線上下り

2) 配信情報と実事象との合致度について

車線を特定した渋滞末尾情報について、実際の交通状況と「合っていた」「概ね合っていた」との回答は 4 割強であった。

一方、車線を特定しない渋滞末尾情報について、「合っていた」「概ね合っていた」との回答は 3 割強であった。

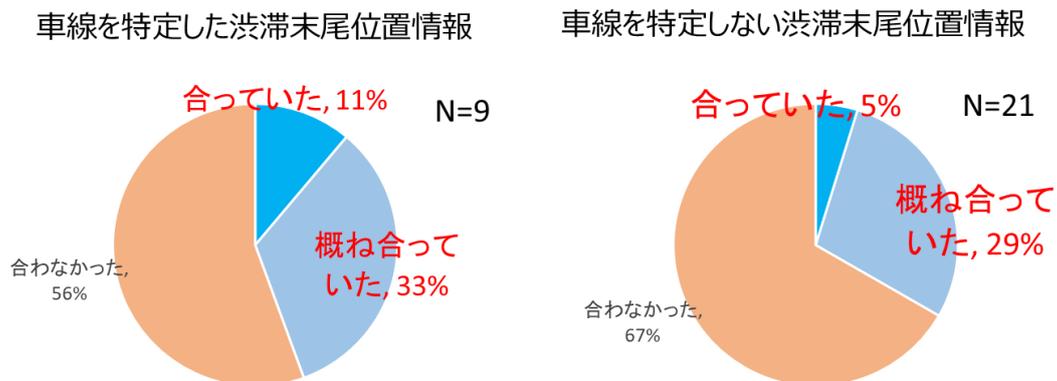
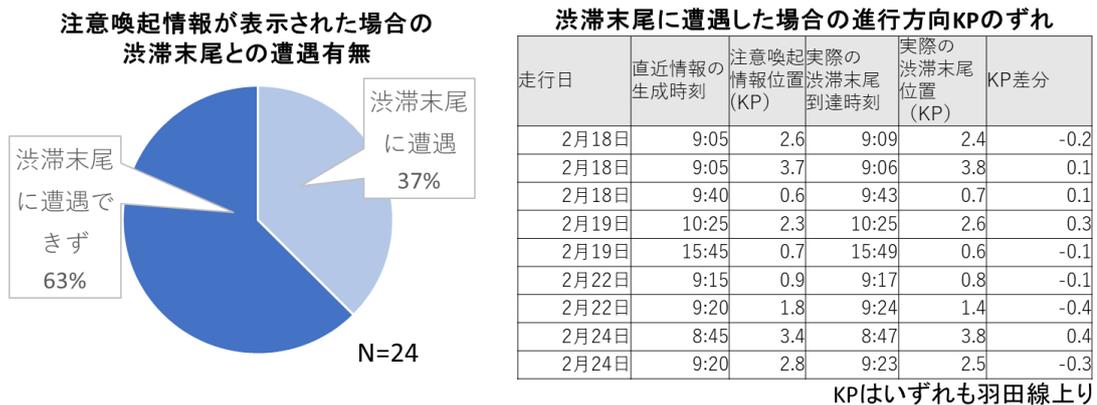


図 3-28 走行時の交通状況との整合

3) 情報配信状況と実際の走行状況との確認結果

① 注意喚起情報が表示された場合の渋滞末尾との遭遇有無

実験期間中の参加車両のドラレコ映像と配信情報ログを照合^{※1}し、直近（5分以内）に注意喚起情報が表示された地点（KP）に、参加車両が到達した際の「渋滞末尾への遭遇有無^{※2}」及び「実際の渋滞末尾位置のずれ」を確認した。その結果、注意喚起情報の位置を通行した機会に対し、実際に渋滞末尾に遭遇した割合は4割弱であった。



※1 照合した結果、配信した注意喚起情報はいずれも「断面渋滞」情報であった。

※2 渋滞末尾に遭遇：

注意喚起情報位置と実際の渋滞末尾の位置の差分が $\pm 0.5\text{KP}$ 以内の場合

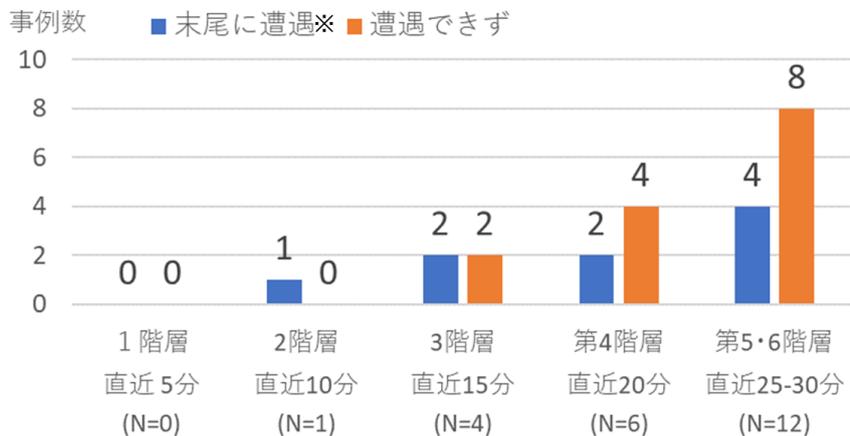
渋滞末尾は**走行速度20km以下**に低下した地点と定義

図 3-29 注意喚起情報が表示された場合の渋滞末尾との遭遇有無

② 注意喚起情報生成の際の遡り階層数と情報精度との関係

情報生成に必要な一定サンプル数台数を確保するため最大 30 分前（6 階層）まで遡って直近のプローブ情報を使用しているが、実証実験期間においては、情報生成時の遡り階層数について、全体の約 2/3 は 4 階層（直近 20 分間）以上を遡って使用していた。

なお、渋滞末尾に遭遇できなかったケースの方が遡り階層数が深い（情報鮮度が古い）傾向が確認された。



※渋滞末尾に遭遇：

注意喚起情報位置と実際の渋滞末尾の位置の差分が $\pm 0.5\text{KP}$ 以内の場合

渋滞末尾は**走行速度20km以下**に低下した地点と定義

図 3-30 注意喚起情報生成の際の遡り階層数と情報精度との関係

③ 情報鮮度（遡り階層数）と情報精度の関係に関する考察

<照合事例整理※のまとめ> ※詳細は次頁以降を参照

- 渋滞継続時間が短い場合に、情報鮮度が古いため、渋滞末尾位置が合わなかったケースが確認された（照合事例 a）。
- ただし、渋滞継続時間が短い場合でも、情報鮮度が比較的新しかったため、末尾位置が概ね合っていたケースが確認された（照合事例 b）。
- 一方で、渋滞継続時間が長い場合には、情報鮮度が古くとも、渋滞末尾位置が概ね合っていたケースが確認された（照合事例 c）。

<情報鮮度（遡り階層数）と情報精度の関係に関する考察>

- 渋滞継続時間が長い事象においては、情報鮮度が古い場合でも、結果として末尾位置が合致するケースも考えられるが、継続時間の長短かわらず精度を確保するためには、**一定内の情報鮮度で情報を生成することが望ましい。**

図 3-30 を参照すると、第 4 階層（直近 20 分）より古い階層を遡って使用する場合は、配信情報に対して実事象が合致しないケースが上回っており、許容される遡り階層数は、**少なくとも第 3 階層（直近 15 分）迄が目安**となると考えられる。

- 現在収集可能な**主な事業者のプローブデータを合わせると**、理論値で一定程度の精度が保たれる **5 台 / 5 分以上での情報生成率**（昼間時間帯）は下記の通り。

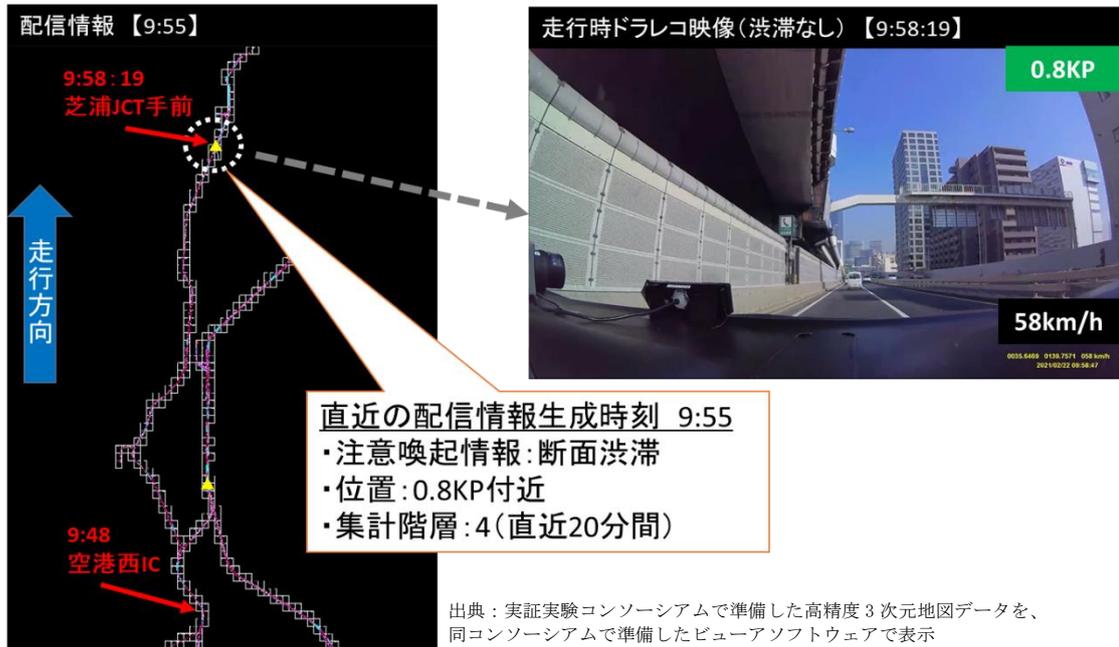
- 階層 1（直近 5 分）のみのデータ利用：10%
- 階層 2（直近 10 分）までのデータ利用：60%
- 階層 3（直近 15 分）までのデータ利用：80%以上

⇒**今後、オンライン接続可能なプローブ提供事業者の参加が拡大すれば目安は達成可能と見込まれる。**

照合事例 a : 情報鮮度が古く、渋滞末尾位置が合わなかったケース

【アンケート結果：合わなかった】走行区間 空港西IC発9:49 → 汐留IC着10:00

- 注意喚起表示位置（0.8KP付近：貨物線高架下）を通過した時（9:58）は、渋滞に遭遇せず。（通過速度：58km/h）

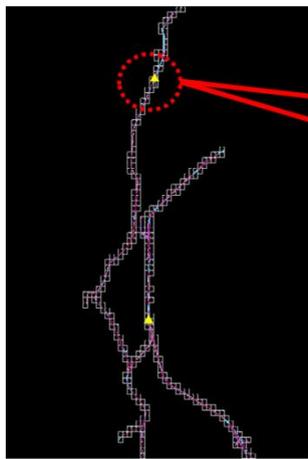


【アンケート結果：合わなかった】走行区間 空港西IC発9:49 → 汐留IC着10:00

- 注意喚起表示位置（0.8KP付近：貨物線高架下）を通過した時（9:58）から直近20分間のJARTIC道路交通状況は以下のとおり。
- 直近20分前情報は混雑表示（橙色）表示となっているが、直近時点には解消していた。

■ビューア表示

○9:55(直近時点)



■JARTIC道路交通情報

○9:35(20分前時点)



○9:55(直近時点)



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューソフトウェアで表示

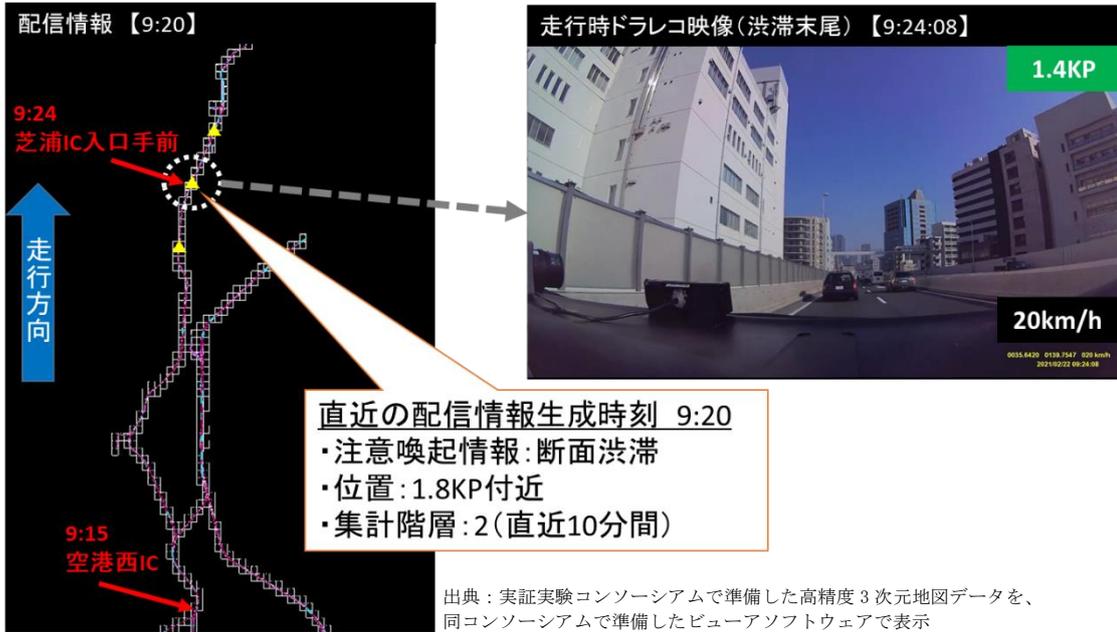
出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像に加筆

図 3-31 照合事例 a : 情報鮮度が古く、渋滞末尾位置が合わなかったケース

照合事例 b : 情報鮮度が比較的新しく、渋滞末尾位置が概ね合っていたケース

【アンケート結果：概ね合っていた】走行区間 空港西IC発9:15 → 汐留IC着9:29

- 注意喚起表示位置（1.4KP付近：芝浦IC入口手前）を通過後（9:24）、すぐに渋滞に遭遇。（通過速度：20km/h）



【アンケート結果：概ね合っていた】走行区間 空港西IC発9:15 → 汐留IC着9:29

- 注意喚起表示位置（1.4KP付近：芝浦IC入口手前）を通過した時（9:24）から直近10分間のJARTIC道路交通状況は以下のとおり。
- 直近10分前情報は混雑（橙色表示）となっており、直近時点でも継続していた。

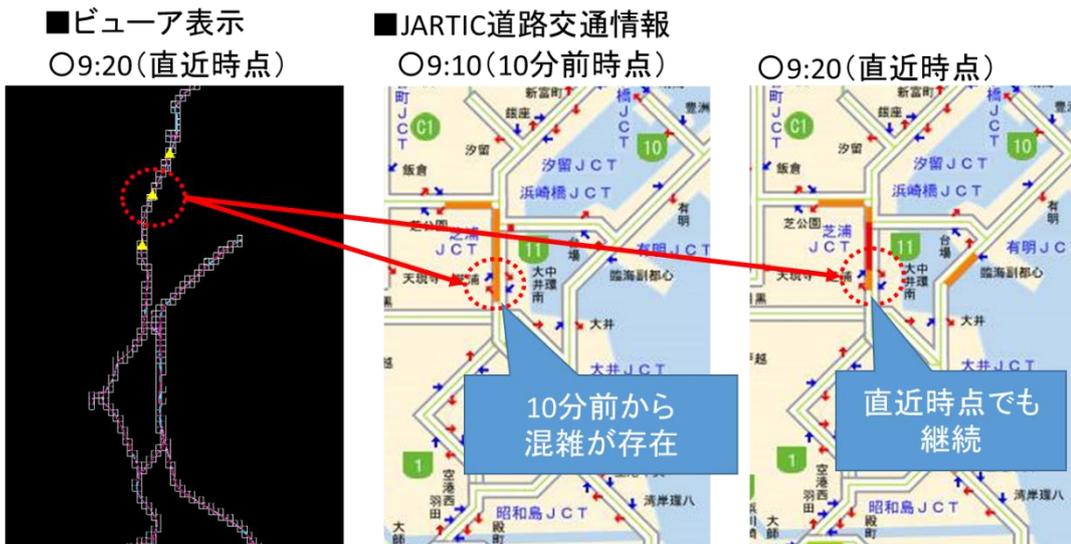
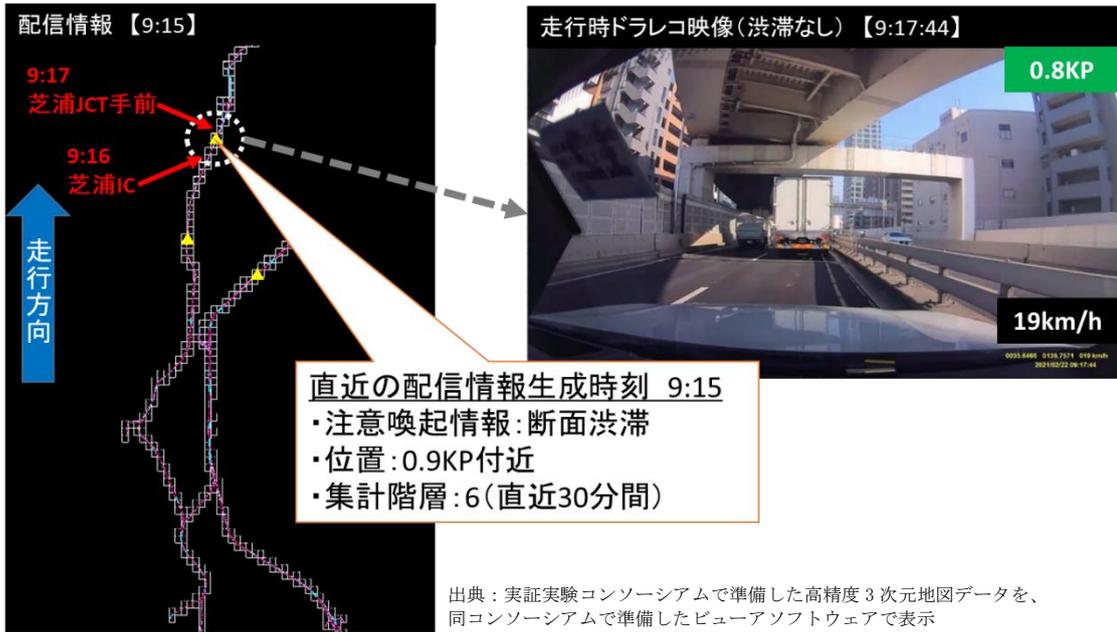


図 3-32 照合事例 b : 情報鮮度が比較的新しく、渋滞末尾位置が概ね合っていたケース

照合事例 c : 情報鮮度は古かったが、渋滞末尾位置が合っていたケース

【アンケート結果：合っていた】走行区間 芝浦IC発9:16 → 銀座IC着9:21

- 注意喚起表示位置（0.9KP付近：芝浦JCT手前）を通過した時（9:17）に、渋滞に遭遇。（通過速度：19km/h）



【アンケート結果：合っていた】走行区間 芝浦IC発9:16 → 銀座IC着9:21

- 注意喚起表示位置（0.9KP付近：芝浦JCT手前）を通過した時（9:17）から直近30分間のJARTIC道路交通状況は以下のとおり。
- 直近30分前情報は混雑（橙色表示）となっており、直近時点でも混雑が継続していた。

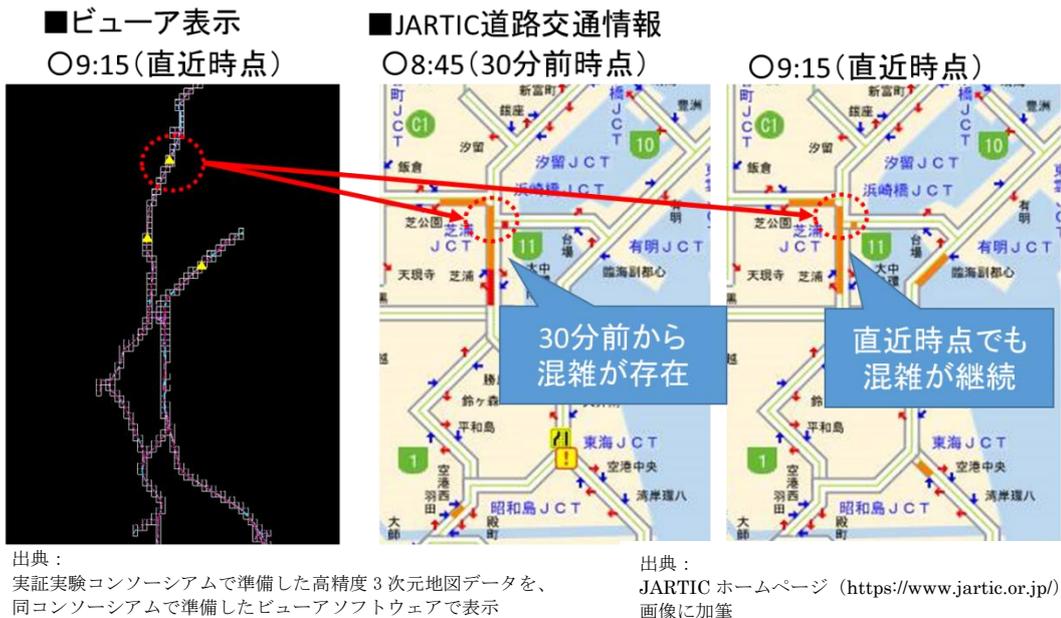


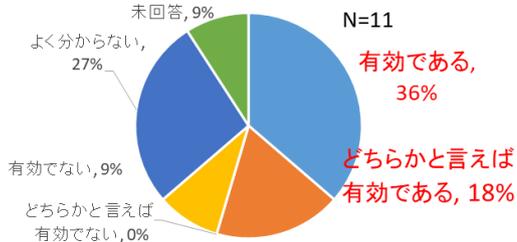
図 3-33 照合事例 c : 情報鮮度は古かったが、渋滞末尾位置が合っていたケース

4) 配信情報の有効性

車線別情報について、過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば有効」と回答した。理由として、「事前にレーンチェンジ等を実施することで、スムーズな走行が可能となる」としている。

車線を特定しない情報でも、過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば有効」と回答した。

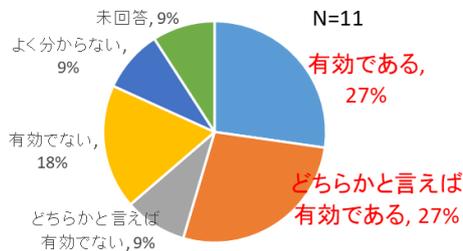
車線を特定した渋滞末尾位置情報（車線別渋滞、進行方向100m単位）は有効だと考えますか？



「有効である」選択理由（抜粋）

- ・車線を特定することにより、事前にレーンチェンジ等を実施することもでき、スムーズな走行が可能となるため
- ・事前に前方に発生したイベントを取得できると、減速や車線変更に伴う加速度が小さくなるように設計できるため

車線を特定しない渋滞末尾位置情報（断面渋滞、進行方向100m単位）は有効だと考えますか？



「有効である」選択理由（抜粋）

- ・追突防止などには有効になる。また、首都高などでは、路線選択に有効だと考える。

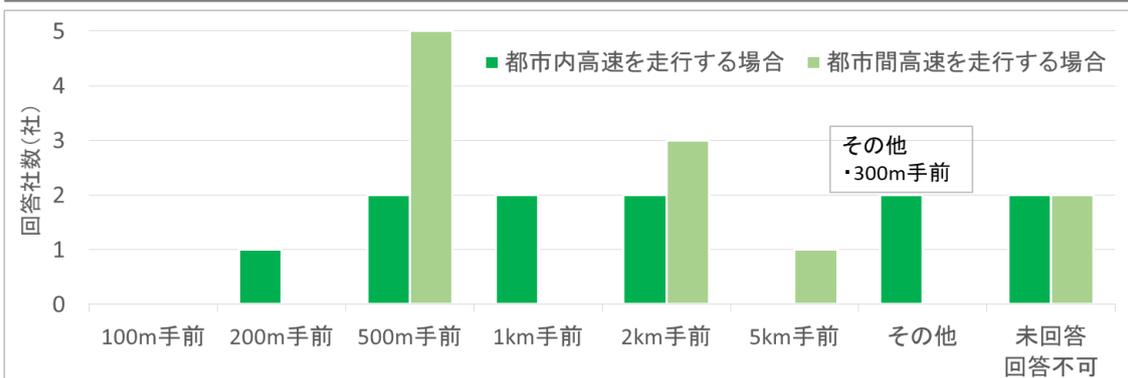
図 3-34 アンケート結果 配信情報の有効性

5) サービス要件

① 配信情報を事前に必要とするタイミング（距離）について

都市内高速の場合は 200m～2km 手前、都市間高速の場合は 500m～5km 手前の幅で回答が挙がった。都市間高速の方が手前の距離が長い理由として、走行速度が高いことが理由として挙げられている。

渋滞末尾のどの程度手前の位置で、情報を受信している必要がありますか？



選択理由（抜粋）

都市内高速を走行する場合

- ・都市間高速よりは、距離は短くてもよいと考える(1km手前)
- ・案内標識、通常のナビゲーション案内と同様のタイミングを想定。(2km手前)

都市間高速を走行する場合

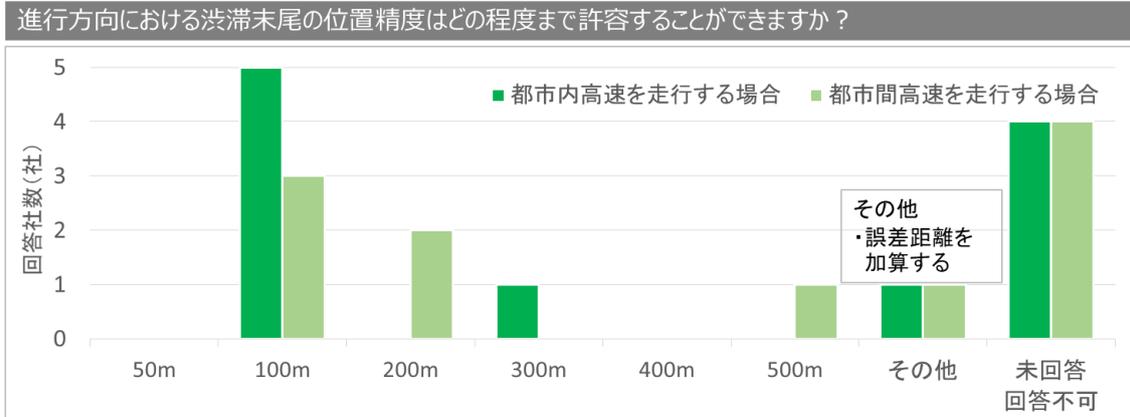
- ・余裕を持った情報提供が必要。(5km手前)
- ・都市内高速に比べて都市間高速の方が車速が高いため、1～1.5km手前の情報が欲しいと考える(2km手前)

図 3-35 アンケート結果 配信情報を事前に必要とするタイミング（距離）

② 配信情報の位置精度（進行方向）について

都市内、都市間高速共に「100m」との回答が最も多く、200～500mの回答も見られる。

100mの理由として、誤差が大きいと不要動作につながるとの回答が挙げられた。都市内高速は、カーブや分合流部が多いことから高い精度の情報が欲しいとの意見が見られる。



選択理由(抜粋)

都市内高速を走行する場合

- ・誤差が大きいと不要動作とみなされる可能性があるため。(100m)
- ・都市内高速では、見通しの悪い急なカーブなども多いことが予想される。なるべく精度の高い情報が欲しい。(300m)
- ・ICの出入口やJCTの分岐合流が多いため、精度の高い情報が欲しい(300m)

都市間高速を走行する場合

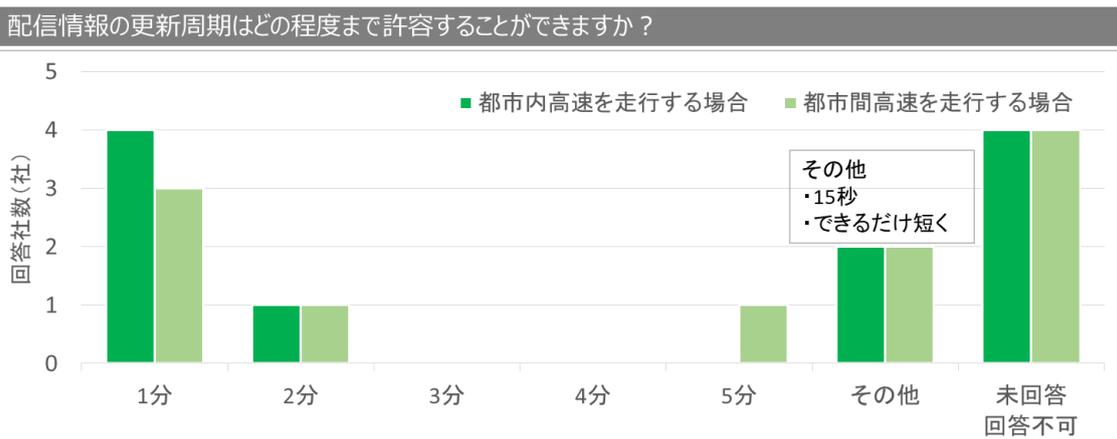
- ・都市間高速ならば、見通しもよく、都市内高速ほどの精度は無くても良いのではないかと考える(500m)

図 3-36 アンケート結果 配信情報の位置精度（進行方向）

③ 配信情報の更新周期について

都市内、都市間高速共に「1分」との回答が最も多く、「2分」や「5分」との回答も見られる。1分の理由として、現状の5分では渋滞末尾が大きく変動し、不要動作につながるとの回答が挙げられた。

都市間高速の場合は渋滞頻度が低いため、短い更新周期は必要ないとの回答も挙げられた。



選択理由(抜粋)

都市内高速を走行する場合

- ・現状の5分では、渋滞末尾位置が大きく変化してしまうため。特に、渋滞が収まってきている状況では、渋滞していない箇所でも渋滞末尾情報が出てしまい不要動作につながってしまう。(1分)

都市間高速を走行する場合

- ・都市間高速は渋滞の発生頻度が低いので、都市内高速程の更新頻度は必要ではない。(5分)

図 3-37 アンケート結果 配信情報の更新周期

6) 必要な情報

① 「渋滞末尾」のユースケースにおいて必要な情報について

渋滞末尾位置情報について、「必要」「どちらかと言えば必要」と約8割が回答した。

また、渋滞区間（始まりと終わり）についても、「必要」「どちらかと言えば必要」と約7割が回答した。

区間情報として必要な理由として安全面、省エネ面で有効との回答が挙げられた。

渋滞末尾位置（車線別、進行方向100m単位）は必要だと考えますか？

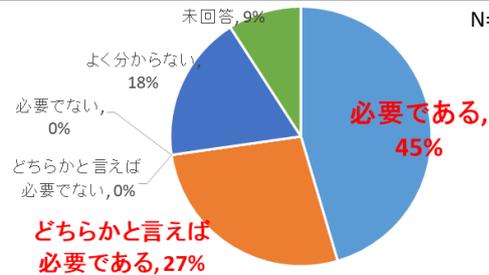


N=11

「必要である」選択理由(抜粋)

- ・速度が急激に下がる箇所の情報により、追突事故及び急ブレーキの回避が可能となるため。
- ・車線変更のタイミング判断に必須の情報なので必要だが、渋滞末尾位置だけでは避けるべき渋滞か否かの判断が困難。

渋滞区間（始まりと終わり）（車線別、進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



N=11

「必要である」選択理由(抜粋)

- ・渋滞区間情報により、車線変更すべきかの判断が可能となるため。
- ・始まりだけでなく終わりの情報を取得できることは、安全面、省エネ面で有効であると考えているため。
- ・渋滞区間として、認識しておきたい。

「よく分からない」選択理由(抜粋)

- ・渋滞区間の始まりは、渋滞末尾位置と同じ内容であれば無くてもよいと思います。

図 3-38 アンケート結果 「渋滞末尾」のユースケースにおいて必要な情報

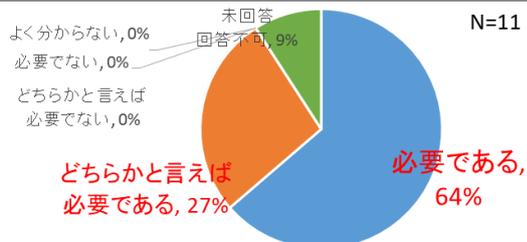
② 「交通事故・落下物等」のユースケースにおいて必要な情報について

交通流異常開始位置について、「必要」「どちらかと言えば必要」と約8割が回答した。

また、交通流異常区間（始まりと終わり）についても、「必要」「どちらかと言えば必要」と約8割が回答した。

区間情報として必要な理由として安全面、省エネ面で有効との回答が挙げられた。

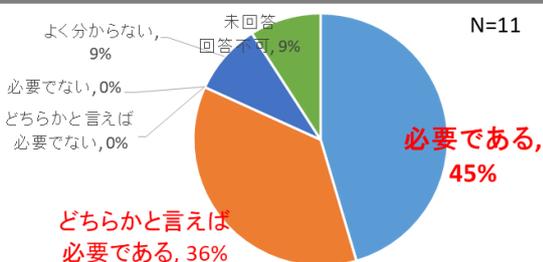
交通流異常開始位置（車線別、進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



「必要である」選択理由(抜粋)

- ・支障車線避けるため。
- ・異常場所への近づき方を考慮できる。
- ・事故や落下物が発生した車線を避けるパスプランニングをするため。

交通流異常区間（始まりと終わり）（車線別、進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



「必要である」選択理由(抜粋)

- ・始まりだけでなく終わりの情報を取得できることは、安全面、省エネ面で有効であると考えているため。
- ・異常区間として、認識しておきたい。

「よく分からない」選択理由(抜粋)

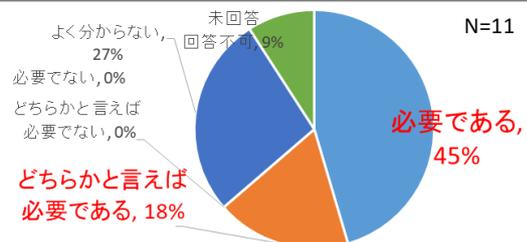
- ・異常区間の始まりは、異常開始位置と同じ内容であれば両方は無くてもよいと思います。区間の終わり(問題発生箇所以降、渋滞が解消される地点)は、車線別情報ではなくとも活用できると思います。

図 3-39 「交通事故・落下物等」のユースケースにおいて必要な情報 (1/2)

支障箇所の情報（内容、進行方向位置）について、「必要」「どちらかと言えば必要」と約6割が回答した。

必要な理由として「事故・落下物のある車線の走行はさげたい」との回答が挙げられた。

支障箇所そのもの（内容、進行方向位置）の情報（進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



「必要である」選択理由(抜粋)

- ・走行不可もしくは減速せざるを得ない状況となる情報は有効であると考えているため。
- ・事故・落下物のある車線の走行はさげたい。支障車線の情報は必要だと考える。

「よく分からない」選択理由(抜粋)

- ・規制理由は特に必要ではありませんが、場所、方向、車線情報は必要となります。
- ・支障車線避けるためには、支障車線の情報が必要。

図 3-40 「交通事故・落下物等」のユースケースにおいて必要な情報 (2/2)

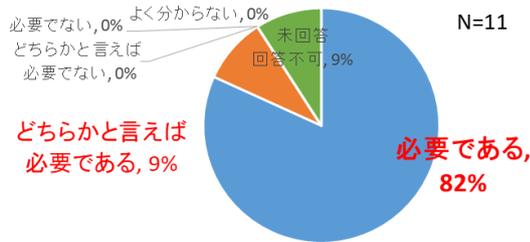
③ 「車線規制（工事等）」のユースケースにおいて必要な情報について

交通流異常開始位置について、「必要」「どちらかと言えば必要」と約9割が回答した。

交通流異常区間（始まりと終わり）についても、「必要」「どちらかと言えば必要」と約7割が回答した。

区間情報として必要な理由として安全面、省エネ面で有効との回答が挙げられた。

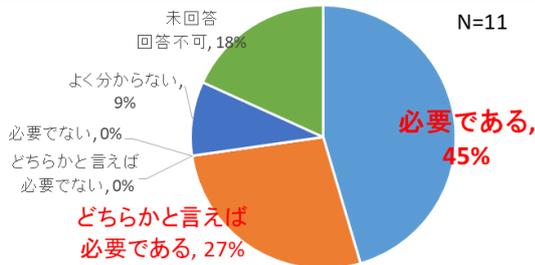
交通流異常開始位置（車線別、進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



「必要である」選択理由（抜粋）

- ・自車の車線が、通常の渋滞であるか、車線規制を伴うものであり、車線変更が必要であるかの判断に必要となる。
- ・同一車線上で走行不可もしくは減速せざるを得ない状況となる情報は有効であると考えているため。
- ・車両の急減速、急な車線変更等を防ぎ、安全運転に必要な情報だと考える。

交通流異常区間（始まりと終わり）（車線別、進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



「必要である」選択理由（抜粋）

- ・始まりだけでなく終わりの情報を取得できることは、安全面、省エネ面で有効であると考えているため。
- ・異常区間として、認識しておきたい。

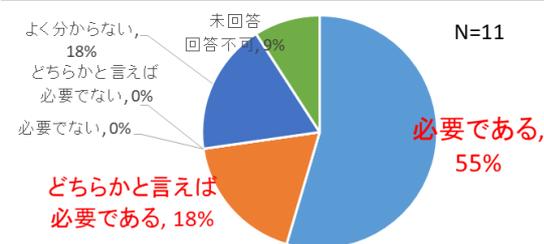
「よく分からない」選択理由（抜粋）

- ・異常区間の始まりは、車線別異常開始位置と同等の情報であれば無くてもよいと思います。区間の終わりは、車線別情報ではなくとも活用できると思います。

図 3-41 「車線規制（工事等）」のユースケースにおいて必要な情報（1/2）

支障箇所そのもの情報（内容、進行方向位置）について、「必要」「どちらかと言えば必要」と約7割が回答した。必要な理由として「工事等情報があれば、その車線を避けて走行できる。」との回答が挙げられた。

支障箇所そのもの（内容、進行方向位置）の情報（進行方向100m単位）は必要だと考えますか？



「必要である」選択理由（抜粋）

- ・同一車線上で走行不可もしくは減速せざるを得ない状況となる情報は有効であると考えているため。
- ・交通環境に応じたパスプランニングやレーン選択、またドライバーへの注意喚起/Take-Over Requestの時には、渋滞情報や規制情報等の交通情報が必要であるため。
- ・工事等情報があれば、その車線を避けて走行できる。

「よく分からない」選択理由（抜粋）

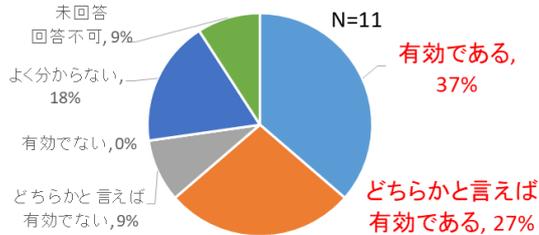
- ・規制理由は特に必要ではありませんが、場所、方向、車線情報は必要となります。

図 3-42 「車線規制（工事等）」のユースケースにおいて必要な情報（2/2）

7) 配信情報の有効性について【ドライバーが行なうパスプランニング】

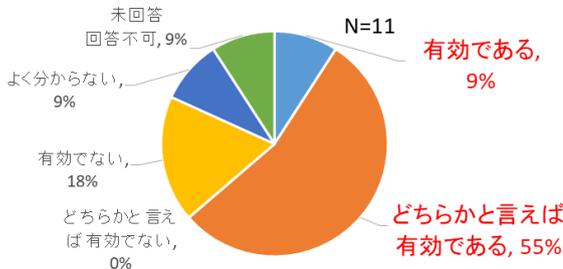
車線別情報について、過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば有効」と回答した。理由として、「車両の急減速、急な車線変更等を防ぎ、安全運転に必要な情報だと考える」としている。車線を特定しない情報でも、過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば有効」と回答した。

車線を特定した渋滞末尾位置情報（車線別渋滞、進行方向100m単位）は有効だと考えますか？



「有効である」選択理由(抜粋)
 ・ドライバーの運転にとっても同一車線上で走行不可もしくは減速せざるを得ない状況となる情報は有効であると考えているため。
 ・車両の急減速、急な車線変更等を防ぎ、安全運転に必要な情報だと考える。

車線を特定しない渋滞末尾位置情報（断面渋滞、進行方向100m単位）は有効だと考えますか？



「有効である」選択理由(抜粋)
 ・ドライバーが、減速すべきかどうか、余裕をもって判断できるため。

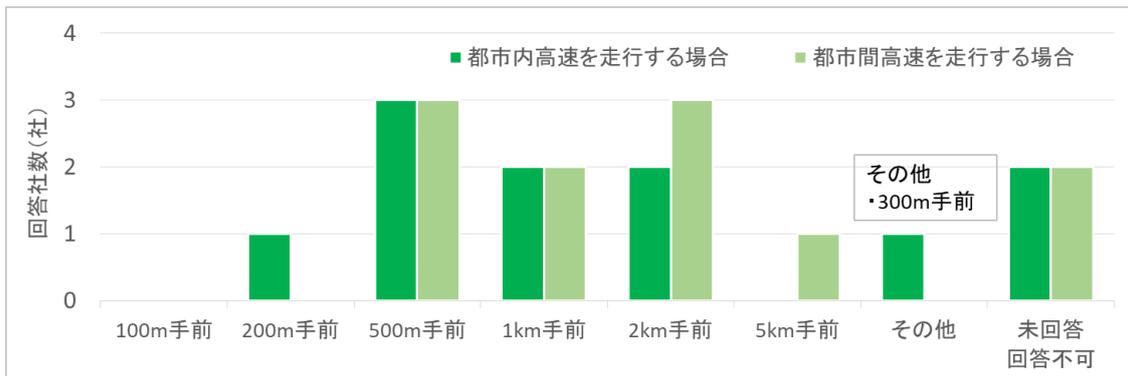
図 3-43 アンケート結果 配信情報の有効性【ドライバーが行なうパスプランニング】

8) サービス要件【ドライバーが行なうパスプランニング】

① 配信情報を事前に必要とするタイミング（距離）について

都市内高速の場合は 200m～2km 手前、都市間高速の場合は 500m～5km 手前の幅で回答が挙がった。都市間高速の方が手前の距離が長い理由として、走行速度が高いことが理由として挙げられている。

渋滞末尾のどの程度手前の位置で、情報を受信している必要がありますか？



選択理由(抜粋)

都市内高速を走行する場合

- ・都市間高速よりは、距離は短くてもよいと考える(1km手前)
- ・ドライバーが認識する前にまず通知をして運転支援システムにより減速制御のサポートをすることが望ましいと考える。(500m手前)

都市間高速を走行する場合

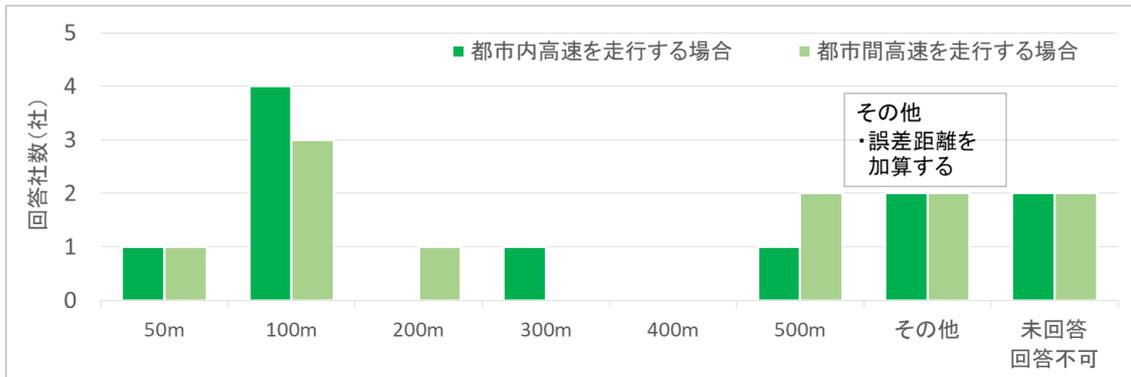
- ・都市内高速に比べて都市間高速の方が車速が高いため、1～1.5km手前の情報が欲しいと考える(2km手前)
- ・情報の確認及び操作変更以外に10秒以上の余裕時間が必要と考えているため。(500m手前)

図 3-44 アンケート結果 配信情報を事前に必要とするタイミング（距離）【ドライバーが行なうパスプランニング】

② 配信情報の位置精度（進行方向）について

都市内、都市間高速共に「100m」との回答が最も多く、200～500mの回答も見られる。なお、100mの理由として、誤差が大きいと不要動作につながるとの回答が挙げられた。都市内高速は、カーブや分合流部が多いことから高い精度の情報が欲しいとの意見が見られる。

進行方向における渋滞末尾の位置精度はどの程度まで許容することができますか？



選択理由(抜粋)

都市内高速を走行する場合

- ・誤判断による減速制御、後方からの追突を防ぐためには、100mでは精度が低いため。(50m)
- ・カーブの先で渋滞していることもあるので、比較的精度が高いほうが良いと考える。(100m)
- ・ドライバーが運転するレベル2以下の場合、現状VICsが実施している渋滞情報程度の精度で特に支障はない。(500m)

都市間高速を走行する場合

- ・都市間高速ならば、見通しもよく、都市内高速ほどの精度は無くても良いのではないかと考える(500m)

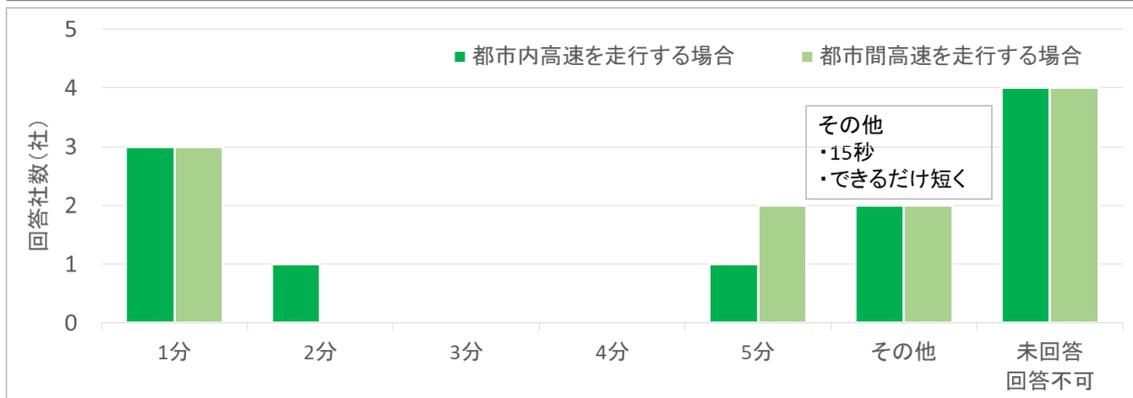
図 3-45 アンケート結果 配信情報の位置精度（進行方向）【ドライバーが行なうパスプランニング】

③ 配信情報の更新周期について

都市内、都市間高速共に「1分」との回答が最も多く、「2分」や「5分」との回答も見られる。1分の理由として、渋滞末尾情報を受信したときには既に渋滞に到達している可能性があるため、短い周期での情報更新周期が必要との回答が挙げられた。

都市間高速の場合は現状のVICsが実施している渋滞情報程度の精度で特に支障はないとの回答も挙げられた。

配信情報の更新周期はどの程度まで許容することができますか？



選択理由(抜粋)

都市内高速を走行する場合

- ・渋滞末尾情報を受信したときには既に渋滞に到達している可能性もあり、できる限り短い周期での情報更新周期が期待される。(1分)

都市間高速を走行する場合

- ・ドライバーが運転するレベル2以下の場合、現状VICsが実施している渋滞情報程度の精度で特に支障はない。(5分)

図 3-46 アンケート結果 配信情報の更新周期【ドライバーが行なうパスプランニング】

3.1.3 2020 年度実証実験結果のまとめ

2020 年度実証実験結果の概要とそれに対する考察を以下に示す。

- 1) **配信情報と実事象との合致度** ※参加者ドラレコ映像と配信情報ログを突合し確認
 - ・注意喚起情報の位置を通行した機会に対し、実際に渋滞末尾に遭遇した割合は4割弱。
 - ・渋滞末尾に遭遇しなかったケースは、使用したプローブ情報の鮮度が古い傾向を確認。
 - ・許容される遡り階層数は、少なくとも第3階層(直近15分)迄が目安となると考えられる。
⇒今後、オンライン接続可能なプローブ提供事象者の参加が拡大すれば目安は達成可能と見込まれる。

- 2) **配信情報の有効性** ※自動運転車両(レベル3以上)のパスプランニングに資する情報として
 - ・車線別情報について、過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば有効」と回答。
 - ・実道路における実証実験で、配信情報と実事象との合致度が高かった参加者の評価が高い傾向にある。
⇒情報精度を高めることで有効性評価も高まることが想定される。

- 3) **サービス要件** ※都市内高速の場合の回答
 - ・必要な情報の更新周期：1～2分
⇒プローブ提供事象者の制約が解消できれば改善可能性有り。
 - ・どのくらい手前で情報が必要か?：200m～2km。
⇒時速60kmを仮定すると更新周期(5分間)とも整合。
 - ・必要な情報の位置精度(進行方向)：100～300m。
⇒プローブ提供事象者の参加拡大により、誤差300m以内は達成可能と見込まれる。

- 4) **その他必要な情報** ※自動運転車両(レベル3以上)のパスプランニングに資する情報として
 - ・いずれのユースケースも「渋滞区間」や「支障箇所そのものの位置」のニーズは高い。
⇒今後の開発優先順位として参照。

- 5) **実用化に向けた改善点**
 - ・ドライバーに資する情報としても2/3の参加者が「有効」「どちらかと言えば」と回答
⇒早期社会実装の可能性も想定される。
 - ・実現化に向けた改善点として位置精度、更新時間の向上に関する要望が挙げられた。
⇒プローブ提供事象者側の制約が解消できれば改善可能性有り。

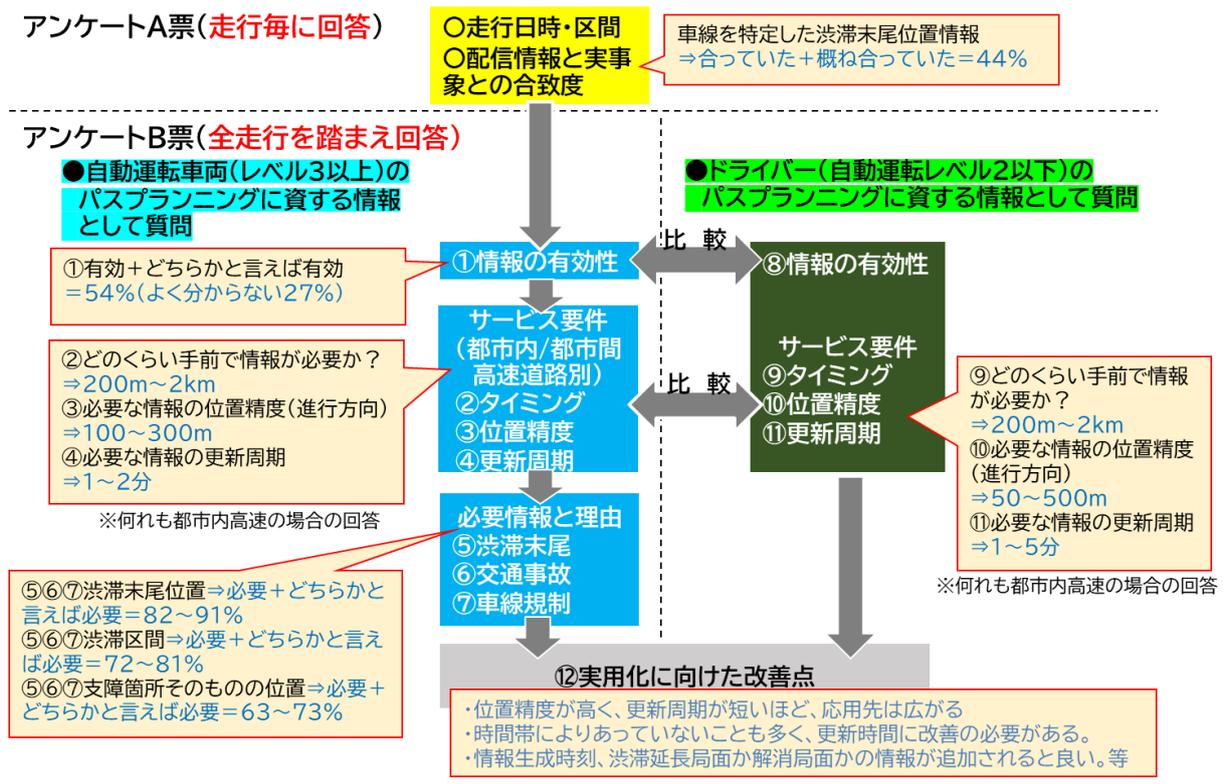


図 3-47 2020 年度実証実験参加者アンケート結果の概要

3.2 2021年度実証実験の実施

3.2.1 2021年度実証実験の実施内容

2021年度においては、データ集約サーバを新規に構築して情報提供元との接続を行い、各種交通環境情報をデータ集約サーバに蓄積し、所定の通信仕様に変換した上で、別事業①のデータサーバへの配信を行った。このうち、車線別情報については、オンライン接続するプローブ提供事業者を1社から2社に増やすと共に、ウインカー情報を活用することで分岐部以外でも車線別情報を提供した。

(1) 2021年度オンライン情報配信実証実験の実施概要

1) 実証実験実施区間・期間等

2021年度実証実験の対象区間は、2020年度から変わらず、首都高速羽田線、高速湾岸線の下図区間を対象とした。

なお、対象ユースケースの主たる検証フィールドは以下に示す通りであり、2020年度と比べて、東海JCT合流部が追加されている他、交通事故等の突発事象が発生した場合には当該区間が適宜検証対象となる。

A-1：渋滞末尾（分岐支援）：恒常的に車線別渋滞が発生する浜崎橋JCT分流部

A-2：渋滞末尾（通過支援）：恒常的に車線別渋滞が発生する東海JCT合流部

B：事故等：実験区間で発生したもののうちデータ取得できたものを適宜対象とする



図 3-48 実証実験での情報生成対象区間と主要検証フィールド

(2) 2021 年度実証実験の全体スケジュール

オンライン情報提供期間（2021 年 12 月 13 日(月)～2022 年 1 月 28 日(金)）の前に、事前確認期間（12 月 6 日(月)～12 月 12 日(日)）を設け、実験参加者には、走行体験前に提供情報の具体を把握してもらった（事前に接続確認期間あり）。

さらに、提供情報の事前確認、並びにオンライン情報提供の走行体験等を踏まえ、情報の有効性等に関するアンケートに回答してもらった。

なお、アンケート回収期限は 2022 年 2 月 7 日(月)とした。

表 3-8 2021 年度オンライン情報配信実験の全体スケジュール

	11月		12月				2022/1月					2月		
	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	
実験参加者WG	11/24(水) ● ※依頼事項の 詳細説明		12/15(水) ● ※配信状況の説明											
事前資料配布		12/6(月) ●												
事前確認期間 (資料確認,接続確認)		事前確認期間 12/6(月)～12(日) ● ■ ■ ●												
オンライン情報提供 期間			12/13(月)～17(金)		12/20(月)～24(金) 27(月),28(火)		1/10(月)～14(金)		1/17(月)～21(金)		1/24(月)～28(金)			
アンケート回収			配信時間帯9:00-17:00				配信時間帯9:00-17:00					2/7(月) ● ×切		

(3) 2021 年度実証実験のシステム全体構成

2021 年度は、自動運転車両の適切な判断や制御に活用しうる各種交通環境情報を、2020 年度より実証実験システムを構築している車線レベル道路交通情報と併せて一元的に集約し、車両側 (OEM センタ相当) に提供する実験環境を構築し、実証実験を行った。

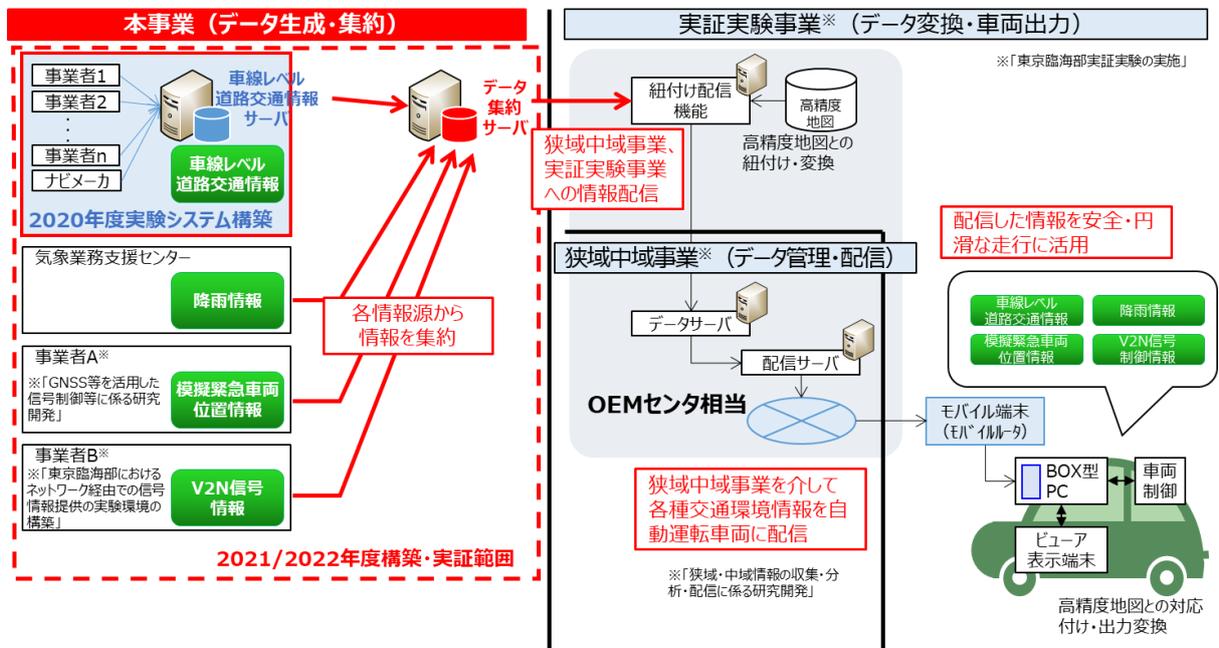


図 3-49 2021 年度実証実験のシステム全体構成

(4) 主要検証フィールドでの渋滞発生状況と情報配信の概要

1) 対象ユースケースにおける情報生成の概要

2020年度実証実験では、分岐部方向別平均速度情報を用いて渋滞車線方向を推定していたが（ユースケース A-1）、2021年度実証実験では、CAN 情報（左右別ウインカー発生回数）を活用することで、分岐部以外（ユースケース A-2、B）でも渋滞車線方向を推定することが可能となった。

また、合流部渋滞の先頭や事故車両や落下物発生箇所において、ウインカー多発を検出した場合、ウインカー多発方向の反対側車線に支障位置を表示することとした。

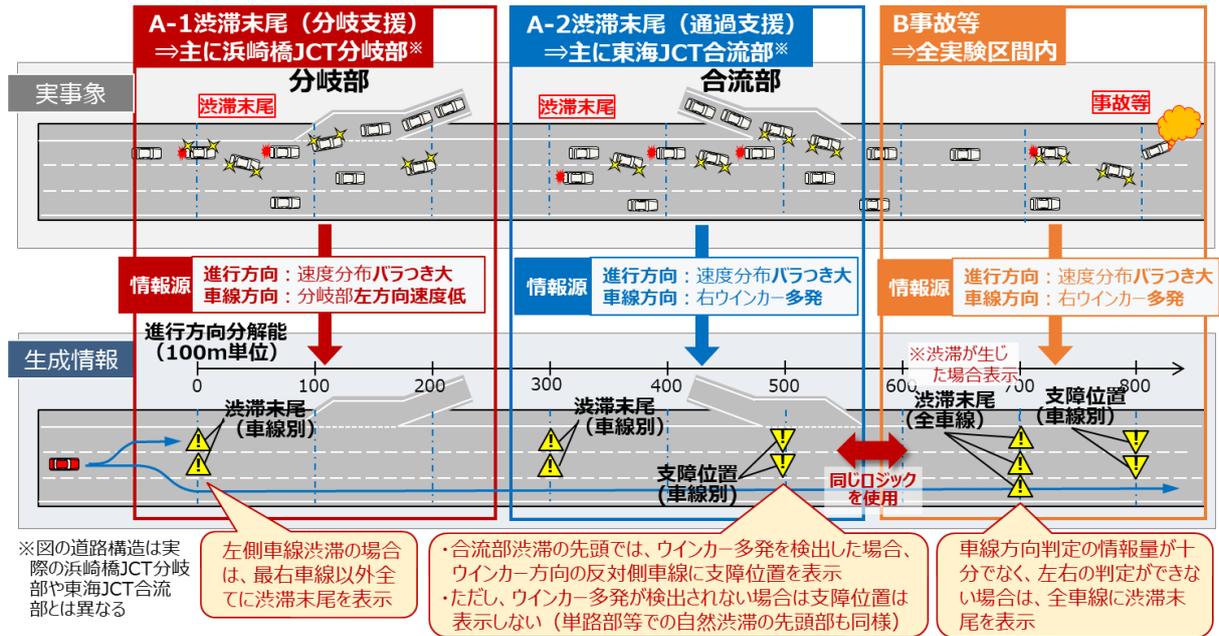


図 3-50 対象ユースケースにおける情報生成の概要

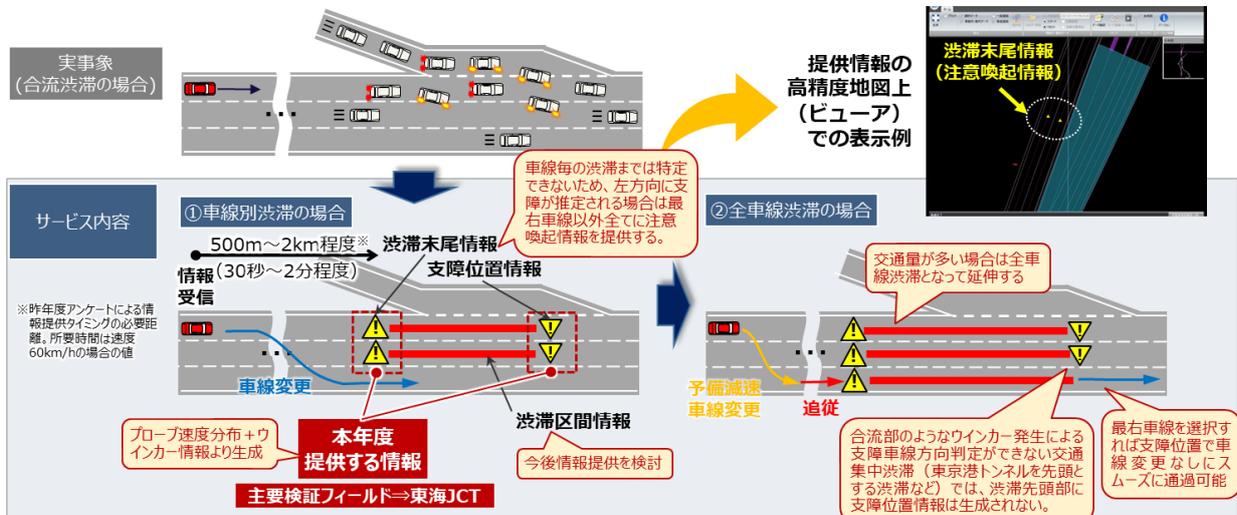
2) 対象ユースケース毎の情報生成のねらい

① A-1：渋滞末尾（通過支援）

JCTの方向別や出口が渋滞している場合、あるいは交通量の多い合流部（本実験では東海JCT合流部等）では手前区間で車線別に混雑や渋滞列が生じることがある。

そして、本線を通過する場合は、当該区間の渋滞等を回避（車線別渋滞の場合）または、安全に渋滞末尾に追従（全車線渋滞の場合）する必要がある。

この時、渋滞末尾情報があると、早めに車線変更または速度調整することが可能となる。さらに、支障推定位置情報があると、どこで車線復帰すべきか分かるとともに、支障推定位置を車線変更なしにスムーズに通過することが可能となる。



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

図 3-51 本取組みにおける渋滞末尾（通過支援）ユースケースと情報サービス内容

② A-2：渋滞末尾（分岐支援）

JCT の方向別や出口が渋滞している場合（本実験では浜崎橋 JCT 分岐部等）、手前区間で車線別に混雑や渋滞列が生じることがある。

そして、JCT の方向別や出口へ分岐する場合は、確実に分岐側の車線を走行した上で、安全に渋滞末尾に追従する必要がある。

この時、渋滞末尾情報があると、早めに車線変更や速度調整などができるようになる。

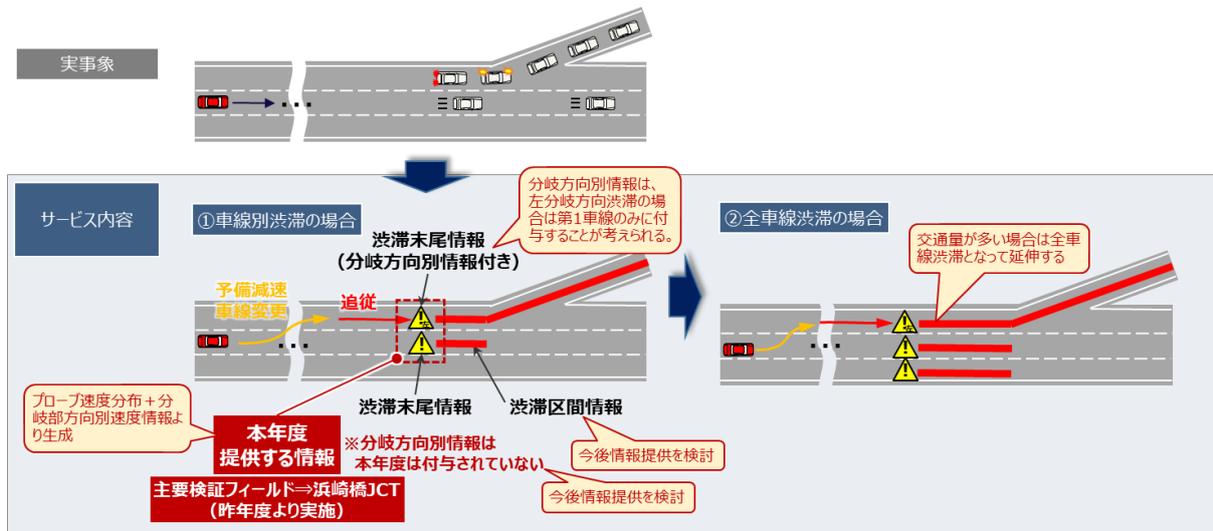


図 3-52 本取組みにおける渋滞末尾（分岐支援）ユースケースと情報サービス内容

③ B：事故、落下物等

前方で事故や落下物等の突発事象が生じた場合、その手前区間で車線別に混雑や渋滞列が生じることがある。

そして、本線を通過する場合は、当該区間の渋滞等を回避（車線別渋滞の場合）または、支障物自体を回避（渋滞が発生しない場合）する必要がある。

この時、渋滞末尾情報や支障推定位置情報があると、早めに車線変更することが可能となる。

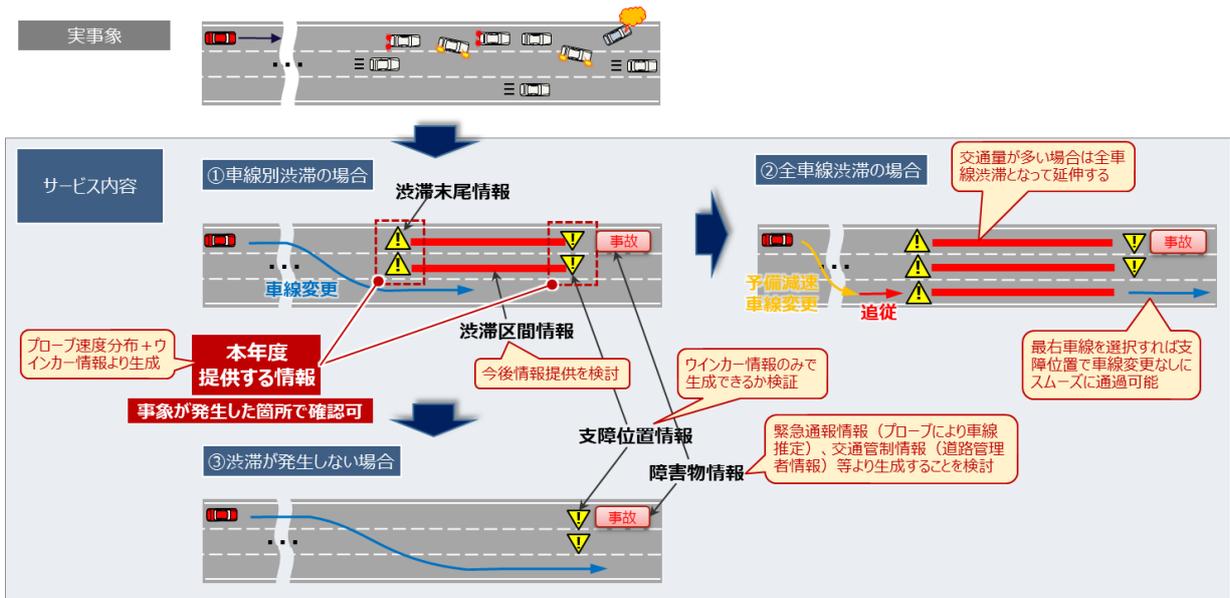


図 3-53 本取組みにおける事故、落下物等ユースケースと情報サービス内容

3) 配信情報の内容について（東海 JCT 合流部渋滞の例）

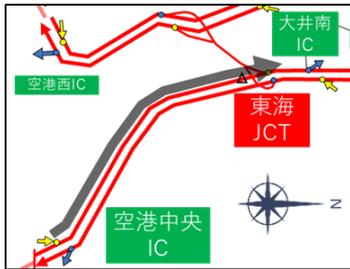
平日朝夕時に湾岸線東行きを走行すると、湾岸分岐線から合流する車両を原因とした、東海 JCT を先頭とする渋滞に遭遇する確率が高い。

- ・この時、注意喚起情報（渋滞末尾）は、車線別渋滞の場合は3車線の内、渋滞側の2車線（第1、第2車線）に表示される^{※1}。
- ・断面渋滞（全車線）の場合は3車線全てに表示される^{※2}。
- ・渋滞先頭部で支障車線の方向が検出できた場合は、支障推定位置情報が当該車線側に表示される。

※1：第1車線のみ渋滞している場合も、渋滞側の2車線（第1、第2車線）に表示される。

※2：車線別渋滞であってもデータの取得状況等により渋滞車線方向が特定できなかった場合には、全車線に注意喚起情報が表示される場合がある。

湾岸線東行き（空港中央IC→東海JCT）



第1車線が渋滞している場合

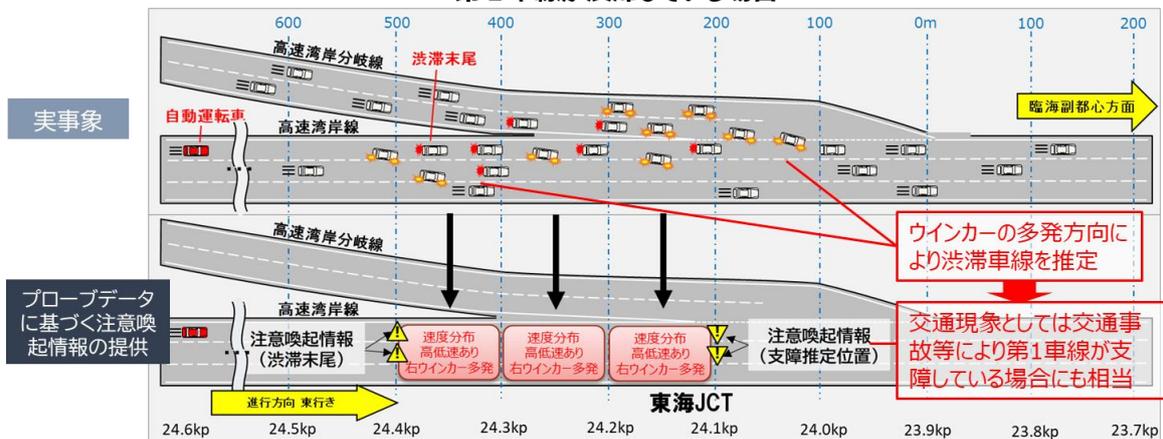


図 3-54 主要検証フィールドでの渋滞発生状況と情報配信の概要

<東海 JCT での車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ>

羽田線からの合流車両による織り込み機会が増えると、湾岸線の第1車線を走行する車両の走行が妨げられ、合流部を先頭に車列を形成し始める。

湾岸線の第1車線が車線別渋滞となるが、交通量が多いと第2車線も渋滞となる。



高速湾岸線 (東) 空港中央IC～東海JCT間の交通状況 (2020年8月平日, 10:39頃) 出典: 受託者撮影映像に加筆

※断面渋滞 (全車線) の場合、注意喚起情報は3車線全てにおいて表示される。
出典: 実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

図 3-55 東海 JCT での車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ

(5) 実験参加者アンケートの実施方法

1) アンケートの設問内容

- ・アンケートでは、実験参加者の走行区間、日時、走行時における車線レベル道路交通情報受信の有無について尋ねると共に、情報内容と実際の交通状況の合致度について尋ねることとした。

表 3-9 アンケート設問内容

調査票	設問内容
走行状況に関する質問 (走行回毎の状況を踏まえ、走行前後に回答)	○走行区間、日時、情報受信の有無
	○情報と実際の交通状況との合致度

2) アンケート回答票の概要

- ・アンケート回答票はエクセル形式で作成し、実験参加者に配布した。

表 3-10 アンケート回答票

	基礎情報：1 走行回毎に首都高のどのICから乗ってどのICで降りたか、時刻と共に答えください。						問1：左記の走行で配信情報をビューア上で確認することができましたか？ (プルダウンで選択してください)	問2：問1で「ア」を確認したとお答えの方、配信情報の表示地点で、実際の交通状況と比較することができましたか？ (プルダウンで選択してください)	問3：問2で「ア」：比較したとお答えの方、今回の受信情報について、走行時の交通状況と合っていましたか？ (プルダウンで選択してください)	
	走行日	当日の走行回	首都高の走行開始IC	首都高の走行開始時刻	首都高の走行終了IC	首都高の走行終了時刻			1)車線を特定した渋滞末尾位置情報 (車線別渋滞、進行方向100m単位) ※実験説明資料P6,7参照	2)車線を特定しない渋滞末尾位置情報 (断面渋滞、進行方向100m単位) ※実験説明資料P8,9参照
記入例①	2月16日	1回目	羽田西IC	9:45	汐留IC	10:20	ア：確認した	ア：比較した	イ：概ね合っていた	イ：概ね合っていた
記入例②	2月16日	2回目	芝浦IC	11:00	汐留IC	11:15	ア：確認した	イ：比較できなかった		

3.2.2 2021 年度実証実験の実施結果

2021 年 12 月 13 日（月）から 2022 年 1 月 28 日（金）までの間に実施したオンライン情報配信実証実験及び、実験参加者による有効性アンケートの実施結果について説明する。

(1) 実証実験期間中の交通状況

実証実験期間中の朝ピーク時（午前 10 時 30 分）の交通状況を JARTIC 交通情報により確認すると、羽田線上り：浜崎橋 JCT～芝浦 IC 周辺、空港西 IC 周辺、湾岸線東行き：東海 JCT、西行き：東京港 TN 周辺で渋滞（混雑）が発生していることが確認された。

2021 年



出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像

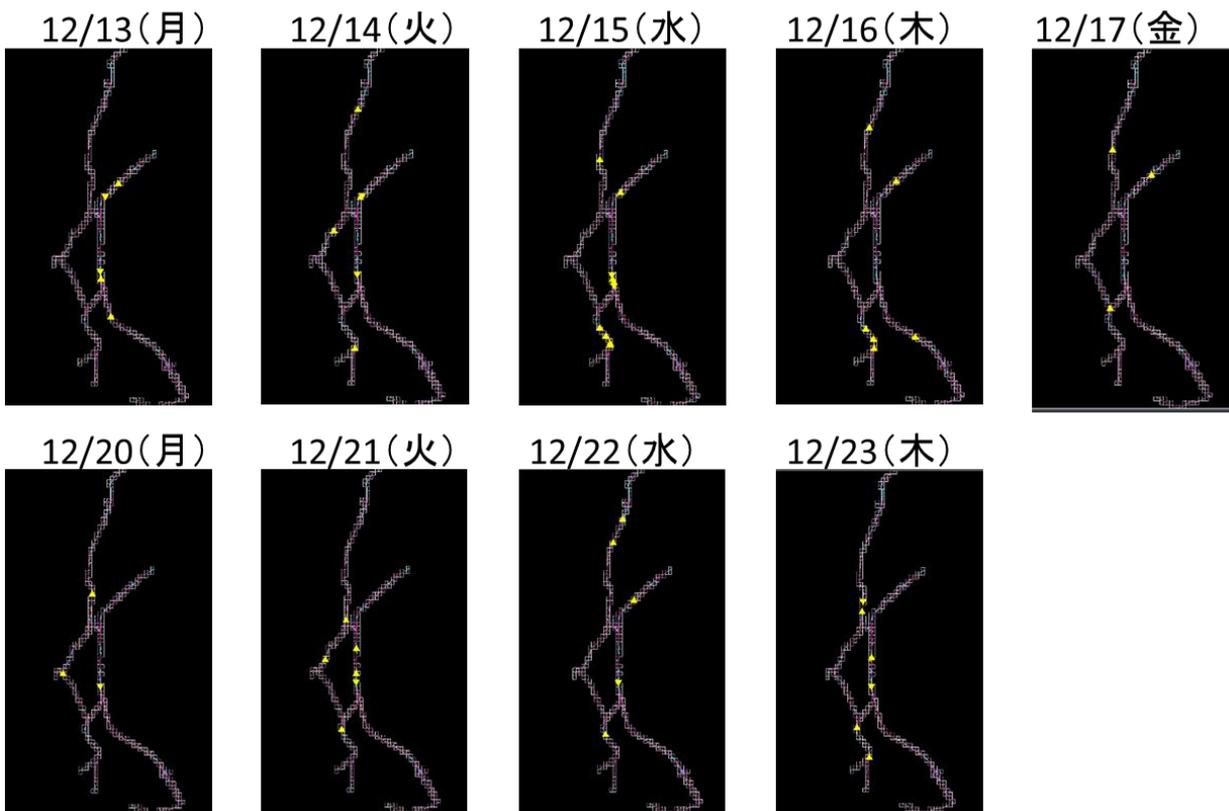
図 3-56 2021 年度実証実験期間中の交通状況

(2) 実証実験期間中の注意喚起情報の配信状況

1) 朝ピーク時の配信状況

実証実験期間中の朝ピーク（午前 10 時 00 分）における、配信情報の実験参加車両ビューア表示を以下に示す。渋滞末尾の位置に注意喚起情報を表示されており、同時刻帯の道路交通状況と概ね対応していた。

2021 年

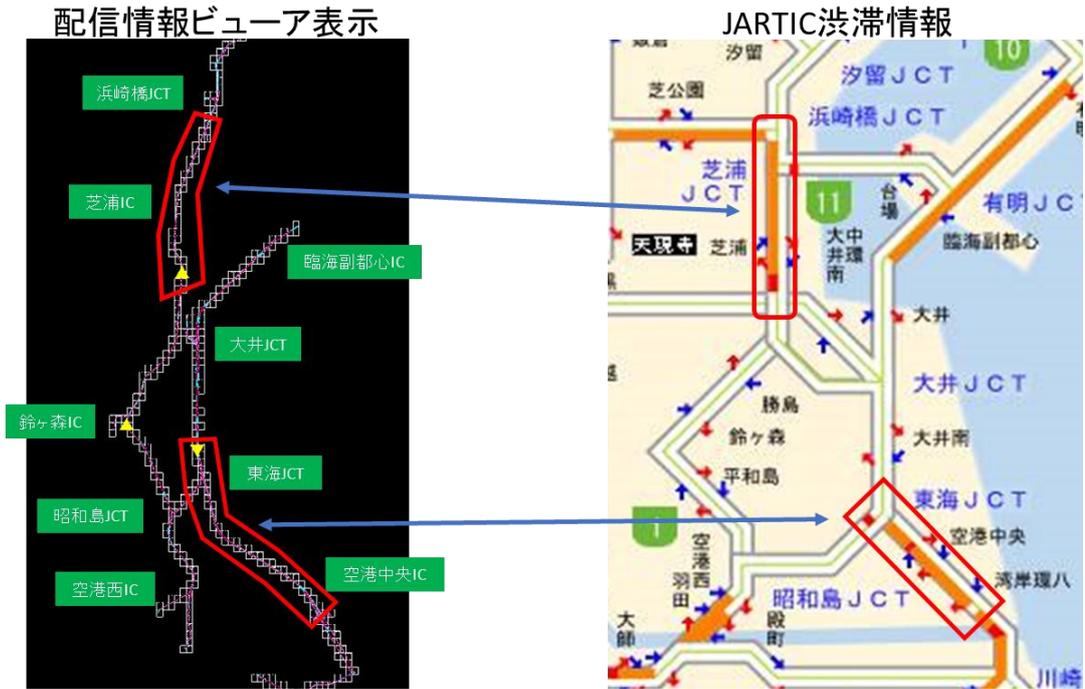


出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度 3 次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

図 3-57 2021 年度実証実験間中の注意喚起情報の配信状況（ビューア表示より）

例えば、2021年12月20日（月）午前10時00分のビューア表示をみると、羽田線上路：浜崎橋 JCT～芝浦 IC 周辺において注意喚起情報（渋滞末尾位置）、湾岸線東行き：東海 JCT において注意喚起情報（支障推定位置）が表示されており、当日の交通状況と概ね一致していることが確認された。

2021/12/20(月) 10:00



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像に加筆

図 3-58 実証実験中の注意喚起情報の配信状況（配信情報ビューア表示）

2) 実証実験期間における情報生成頻度

① 羽田線上路

実証実験期間中の羽田線上路における注意喚起情報の生成地点をみると、汐留 JCT～平和島 IC 入口、空港西 IC 周辺において生成されていることが確認された。

但し、鈴ヶ森 IC 周辺、実験対象区間端末部（空港西 IC 手前）においては、実際の交通状況に対して誤った渋滞末尾を検出する頻度が高いことが確認された。

なお、車線別渋滞情報は、汐留 JCT～浜崎橋 JCT において生成されていることが確認されており、これらの区間では当初の想定通りに車線別渋滞情報が生成されている。

◆羽田線上路の注意喚起情報生成頻度

注意喚起情報配信件数【羽田線上路・平日平均】

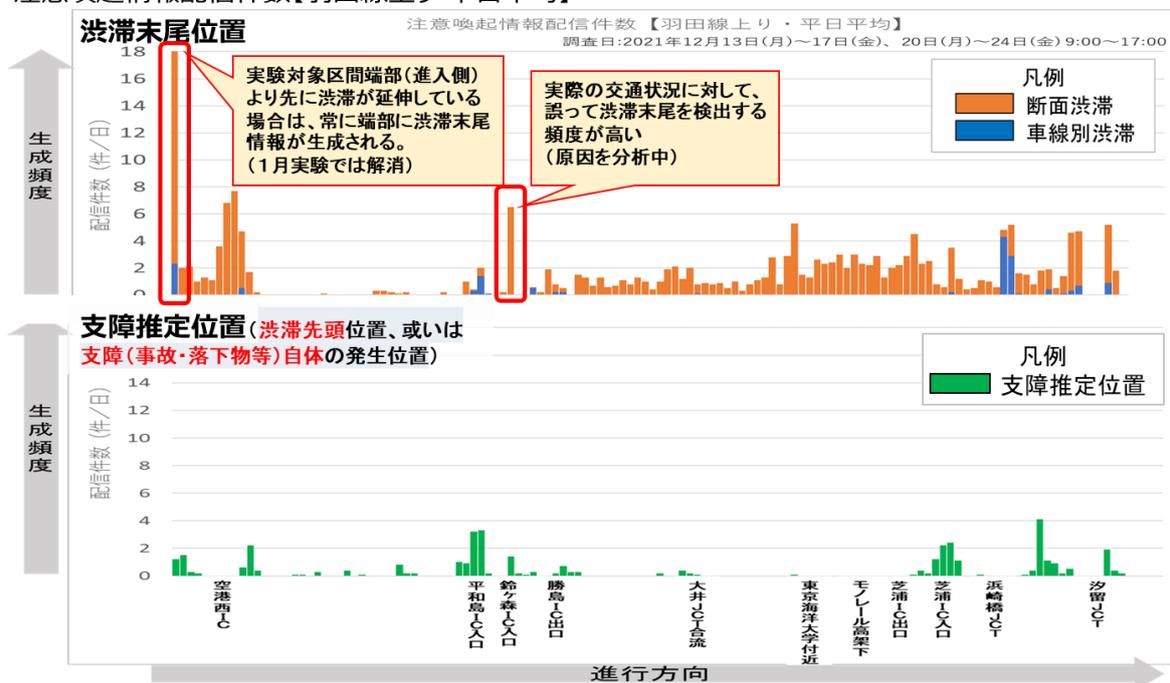


図 3-59 羽田線上路の注意喚起情報の生成頻度

注意喚起情報配信件数の情報鮮度別内訳をみると、大半の配信情報が情報鮮度5（5分前までのプローブ情報を使用）、又は情報鮮度4（10分前までのプローブ情報を使用）であることが確認された。

注意喚起情報配信件数（情報鮮度別内訳）【羽田線乗り・平日平均】

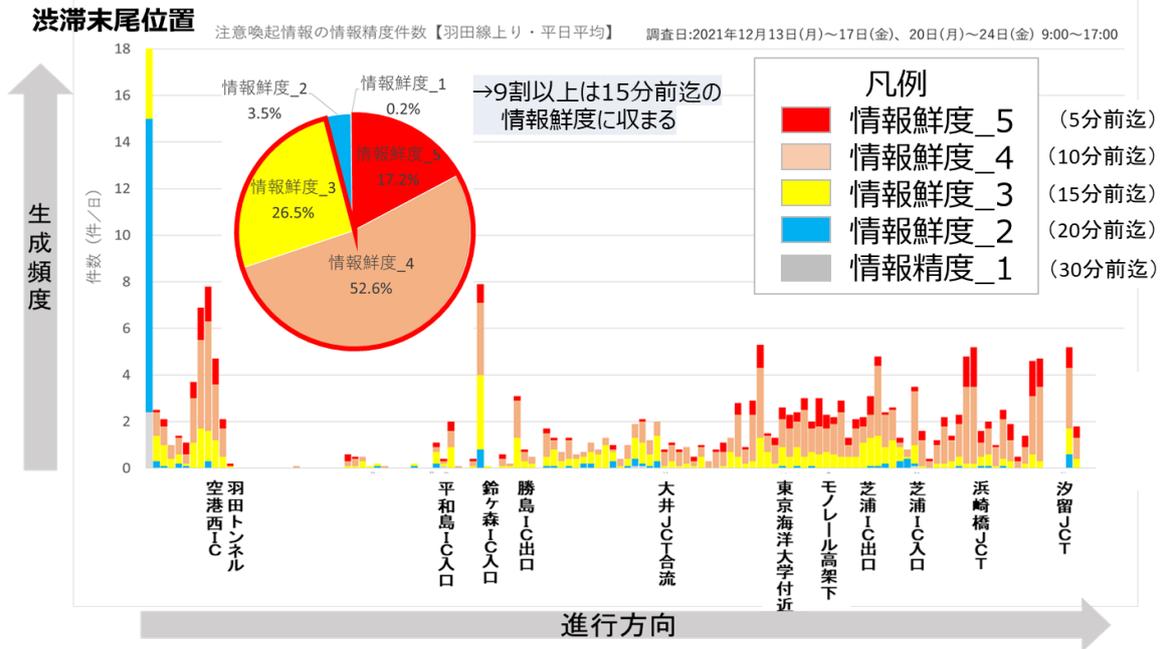


図 3-60 羽田線上りの注意喚起情報の生成頻度（情報鮮度別内訳）

② 湾岸線東行き

実証実験期間中の湾岸線（東行き）における注意喚起情報の生成地点をみると、特に東海 JCT 周辺の生成頻度が高いことが確認された。

但し、長大トンネル区間及び実験対象区間端末部（空港中央 IC 手前）においては、実際の交通状況に対して誤った渋滞末尾を検出する頻度が高いことが確認された。

なお、車線別渋滞情報は、東海 JCT 周辺、大井 PA 出入口周辺において生成されており、これらの区間では当初の想定通りに車線別渋滞情報が生成されている。

注意喚起情報配信件数【湾岸線東行き・平日平均】

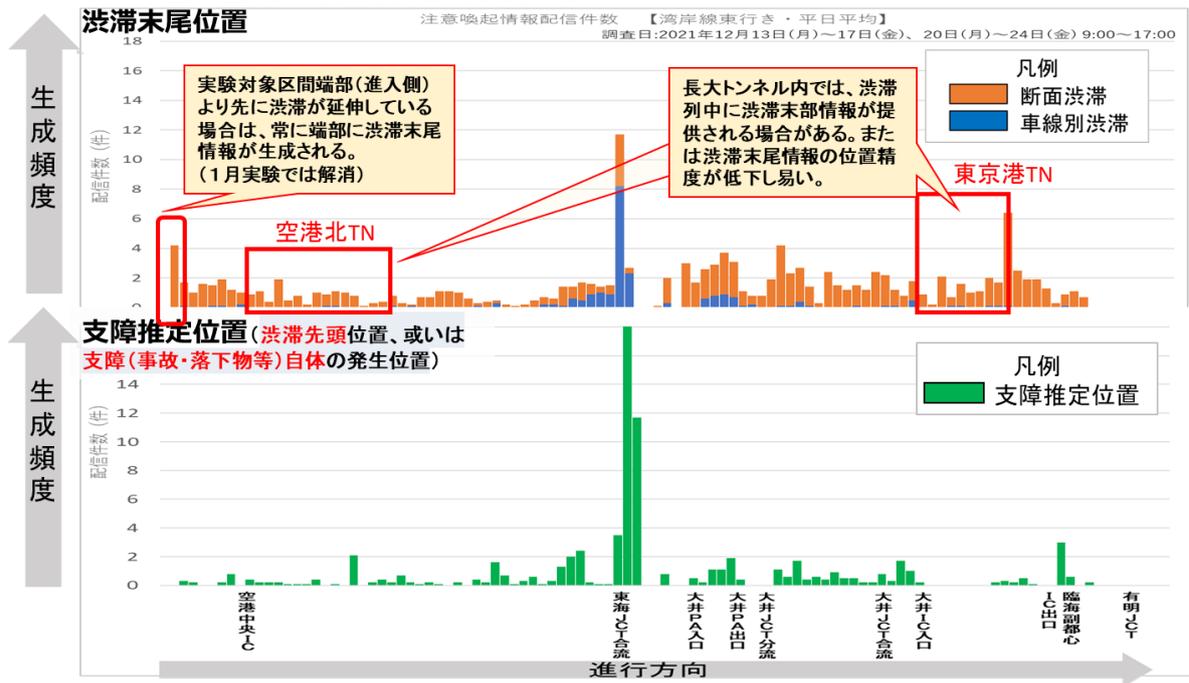


図 3-61 湾岸線東行きの注意喚起情報の生成頻度

注意喚起情報配信件数の情報鮮度別内訳をみると、大半の配信情報が情報鮮度5（5分前までのプローブ情報を使用）、又は情報鮮度4（10分前までのプローブ情報を使用）であることが確認された。

注意喚起情報配信件数（情報鮮度別内訳）【湾岸線東行き・平日平均】

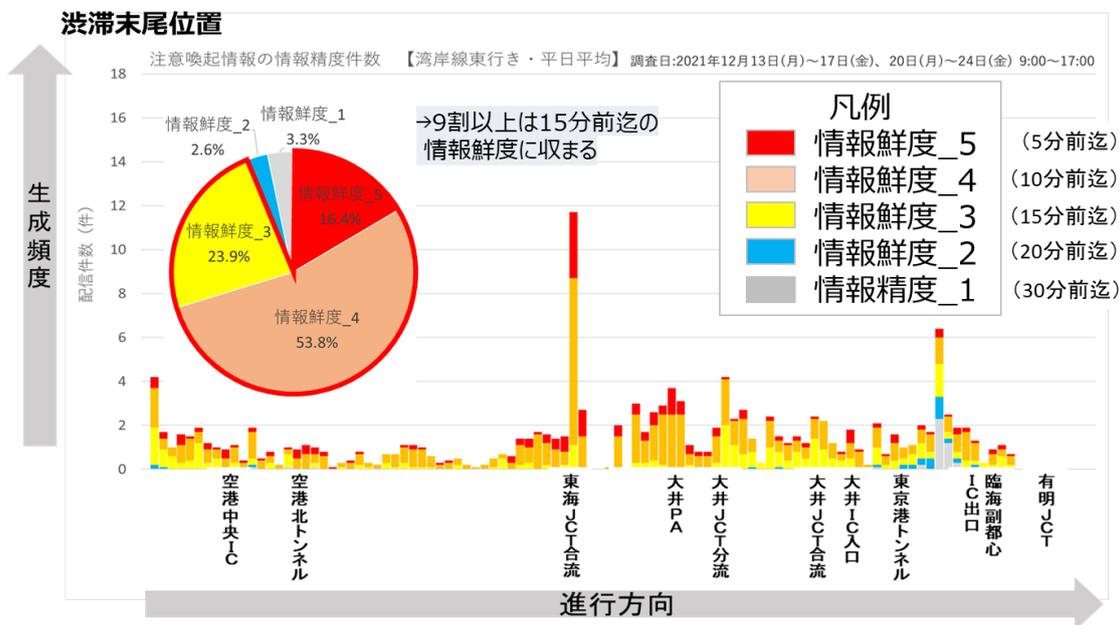
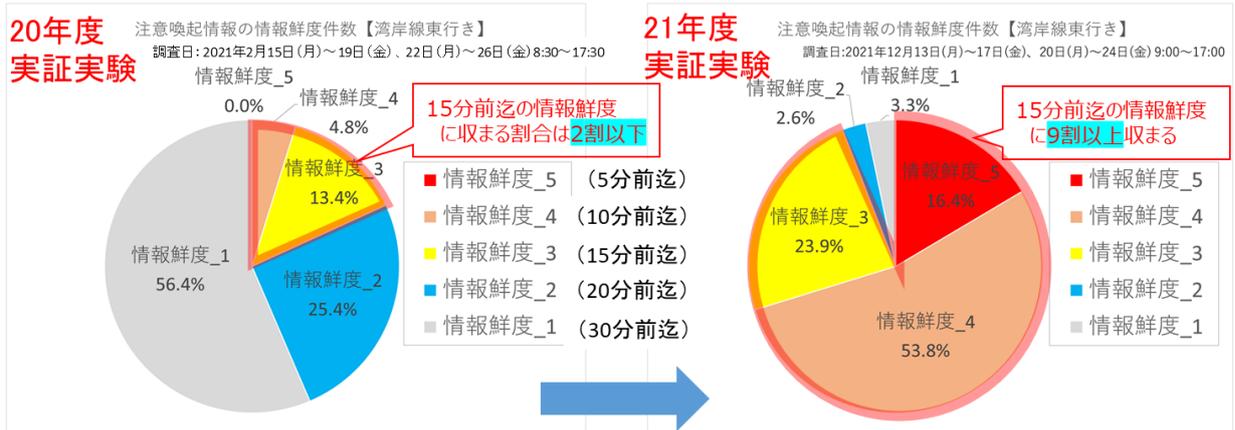


図 3-62 湾岸線東行きの注意喚起情報の生成頻度（情報鮮度別内訳）

3) 情報生成状況に関する 20 年度実証実験との比較

2020 年度実証実験に比べ、オンライン接続可能なプローブ社数が増加（1 社⇒2 社）したことで、生成した注意喚起情報の鮮度が大幅に向上した。また、ウインカー等情報が利用可能となったことにより、分岐部以外においても車線別渋滞が識別可能となった。

◆生成した渋滞末尾情報の情報鮮度内訳(構成比): 湾岸線東行き



◆注意喚起情報(渋滞末尾)の生成件数(日平均): 湾岸線東行き

20年度実証実験

- ・断面渋滞: 40件/日
- ・車線別渋滞: 0件/日

ウインカー情報を利用できなかったため車線別渋滞を識別できず

21年度実証実験

- ・断面渋滞: 116件/日
- ・車線別渋滞: 22件/日

ウインカー情報を利用することで東海JCT付近の車線別渋滞が識別可能に

図 3-63 情報生成状況に関する 20 年度実証実験との比較

(3) 情報生成の技術的正確性の確認

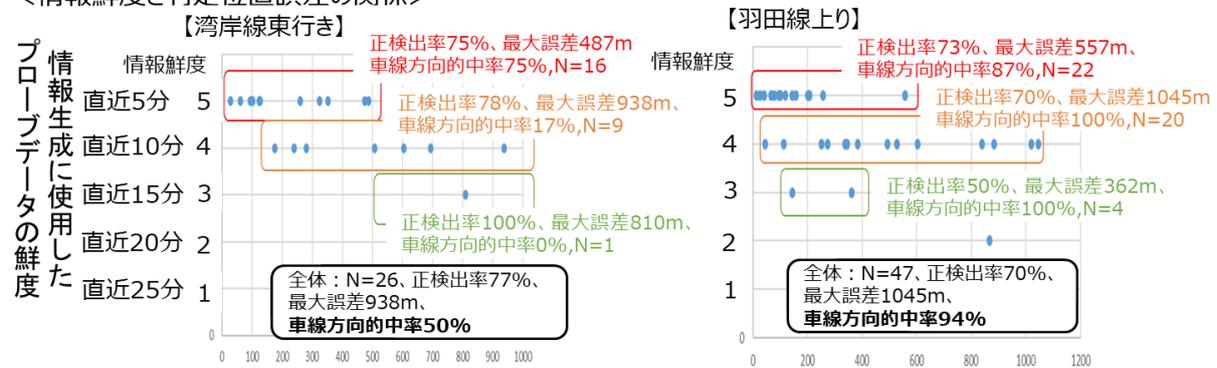
1) 生成した車線レベル道路交通情報の精度検証

調査車両の走行データをもとに、生成した注意喚起情報に対して、実際の渋滞末尾位置との乖離状況を比較すると、正検出率は7~8割程度であることが確認された。

情報鮮度別にみると、情報鮮度5（直近5分迄のプローブを使用）の場合でも渋滞末尾位置の誤差は最大500m程度発生しており、鮮度が下がると位置誤差はさらに拡大する傾向にあることが分かった（OEMが求める位置精度（進行方向）は誤差100~300m以内という意見が多い（20年度アンケート結果より））。

なお、渋滞車線方向的中率は、羽田線上り(2車線)で94%、湾岸線東行き(3車線)で50%となっており、3車線区間での的中率が低くなっていることが確認された。

注意喚起情報（渋滞末尾情報）生成位置の精度検証結果
 <情報鮮度と判定位置誤差の関係>



情報提供位置と速度低下位置の乖離距離 (m)

調査方法：調査車両による速度計測結果や映像記録による（20km/h以下で渋滞、40km/h超で回復として判定）
 検証路線：湾岸線東行き、羽田線上り 検証対象：2021/12/20~12/24
 湾岸線東行き：全40走行のうち、渋滞末尾情報が提供された21走行での26提供情報を対象
 羽田線上り：全36走行のうち、渋滞末尾情報が提供された26走行での47提供情報を対象

図 3-64 情報提供位置と速度低下位置の乖離距離 (m)

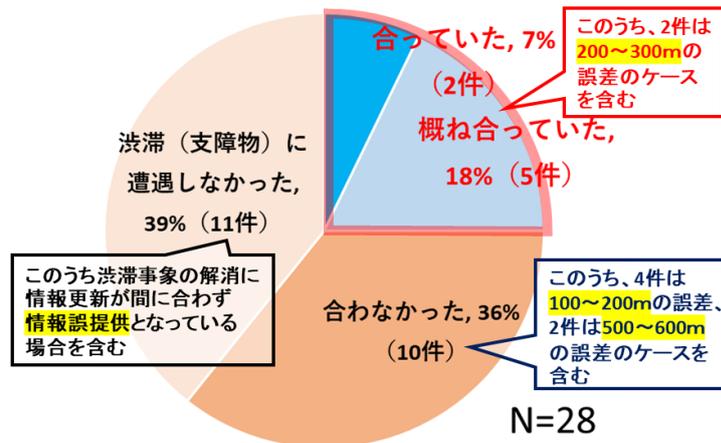
(4) 実験参加者のアンケート結果

1) 渋滞末尾情報と実事象との合致度について

受信した渋滞末尾情報について、進行方向の位置に関して、実際の交通状況と「合っていた」「概ね合っていた」との回答は約 25% (7 件) であった。なお、「合わなかった」36% (10 件) うち、4 件は 100~200m の誤差、2 件は 500~600m の誤差のケースを含んでいる。

また、渋滞している車線に関して、「合っていた」「概ね合っていた」との回答は約 44% (7 件) であった。

○ 走行時の交通状況との整合について ※ 走行路線は羽田線上下、湾岸線東行き、西行き
進行方向の位置 (100m 単位) について



渋滞している車線について

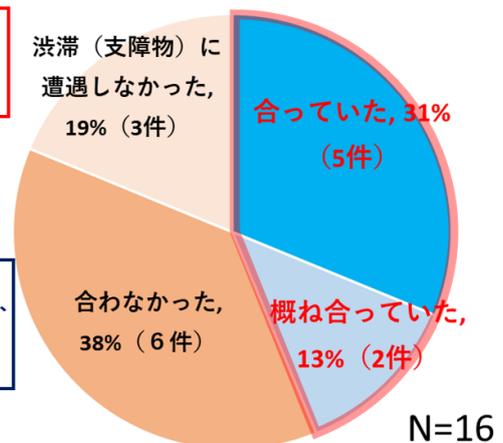


図 3-65 走行時の交通状況との整合について

3.2.3 2021年度実証実験結果のまとめ

(1) 情報生成状況に関する20年度実証実験との比較

- ・20年度実証実験に比べ、オンライン接続事業者数が増加（1社⇒2社）したことで、生成した注意喚起情報の鮮度が大幅に向上した。
- ・ウインカー等情報が利用可能となり、分岐部以外においても車線別渋滞が識別可能となった。

(2) 注意喚起情報の精度検証結果

- ・情報鮮度5（直近5分迄のプロブを使用）の場合でも、渋滞末尾位置の誤差は最大500m程度発生、鮮度が下がると位置誤差はさらに拡大する傾向であった。
- ・自動運転車両OEMが求める位置精度は誤差100～300m以内という意見が多く、精度向上が課題となる。

(3) 実験参加者アンケート結果

- ・実際の渋滞末尾との整合性については課題が残る評価結果となった。
（但し、実際の誤差が小さくても「合っていない」とした回答も含む。）

3.3 2022 年度実証実験の実施

3.3.1 2022 年度実証実験の実施内容

2022 年度においては、2021 年度に構築した実証実験環境を維持し、各種交通環境情報をデータ集約サーバに蓄積し、SIP 別事業のデータサーバへの配信を行った。このうち、車線別道路交通情報については、オンライン接続するプローブ提供事業者を 2 社から 4 社に増やすと共に、実験⇒技術評価⇒検討・改良⇒実験といった PDCA サイクルを回すことを目的に、春期（4～5 月実施）と秋期（9～10 月頃）の 2 回に分けて実証実験を実施した。

(1) オンライン情報配信実証実験の実施概要

1) 実証実験実施区間・期間等

2022 年度実証実験の対象区間は、2020 年度から変わらず、首都高速羽田線、高速湾岸線の同一区間を対象とした。

また、対象ユースケースの主たる検証フィールドも、以下の通り 2021 年度と同一とした。

A-1：渋滞末尾（分岐支援）：恒常的に車線別渋滞が発生する浜崎橋 JCT 分流部

A-2：渋滞末尾（通過支援）：恒常的に車線別渋滞が発生する東海 JCT 合流部

B：事故等：実験区間内で発生したもののうちデータ取得できたものを適宜対象とする。

なお、2022 年度春期、秋期のそれぞれの実験期間は以下の通りである。

春期実験：2022 年 4 月 18 日（月）～5 月 31 日（火）

秋期実験：2022 年 9 月 15 日（木）～10 月 31 日（月）

※配信時間帯は春期、秋期とも平日 9:00-17:00 とした。

2) 配信情報の概要

車線別道路交通情報については 2022 年度も前年度と同一種類の情報を配信した。

具体には注意喚起情報として、渋滞している車線方向の渋滞末尾位置を、進行方向について概ね 100m の区間単位で情報提供した。

また、合流部渋滞の先頭や事故車両や落下物発生箇所において、ウインカー多発を検出した場合に限り、ウインカー多発方向の反対側車線に支障位置を表示することとした。

3) 実証実験システムの全体構成

2022 年度は前年度と同一のシステム構成を維持し、自動運転車両の適切な判断や制御に活用しうる各種交通環境情報を、2020 年度より実証実験システムを構築している車線レベル道路交通情報と併せて一元的に集約し、車両側（OEM センタ相当）に提供する実験環境を構築し、実証実験を行った。

5) 秋期実験に向けて実施したシステム機能改良について

① 春期実験における渋滞末尾非遭遇の要因と秋期実験での対応

春期実験において、受信した渋滞末尾情報に対して、実際には渋滞と遭遇しなかった事例の要因内訳を整理し、秋期実験に向けた対応方針を検討した。

春期実験における渋滞末尾非遭遇事例の約 4 割に対して、秋期実験に向け準備した情報生成ロジックの改良により一定の効果が見込まれた。

【渋滞末尾情報の渋滞末尾非遭遇の要因】

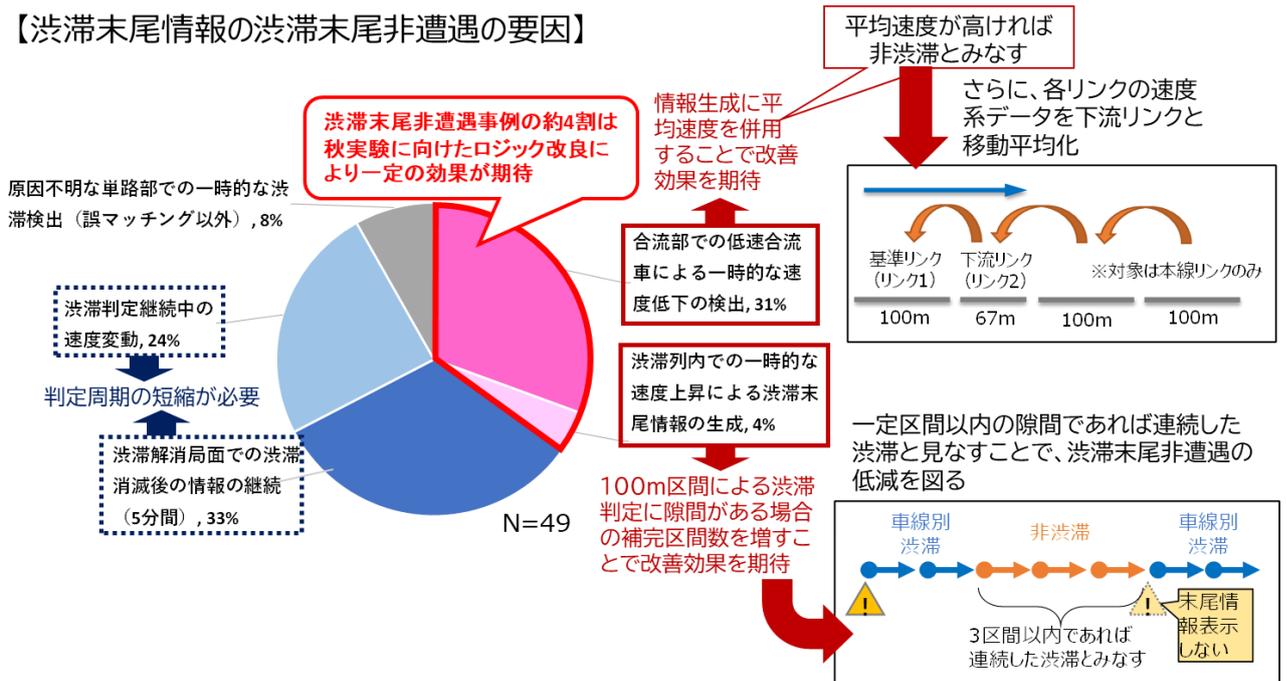


図 3-67 春期実験における渋滞末尾非遭遇の要因と秋期実験に向けた対応方針

② 春期実験における渋滞車線方向誤判定の要因と秋期実験での対応

春期実験において渋滞車線方向を誤判定した事例の要因内訳を整理し、秋期実験に向けた対応方針を検討した。

春期実験における誤判定事例の約 5 割に対しては、秋実験に向け準備した情報生成ロジックの改良により一定の効果が見込まれた。

【渋滞車線方向の誤判定の要因】

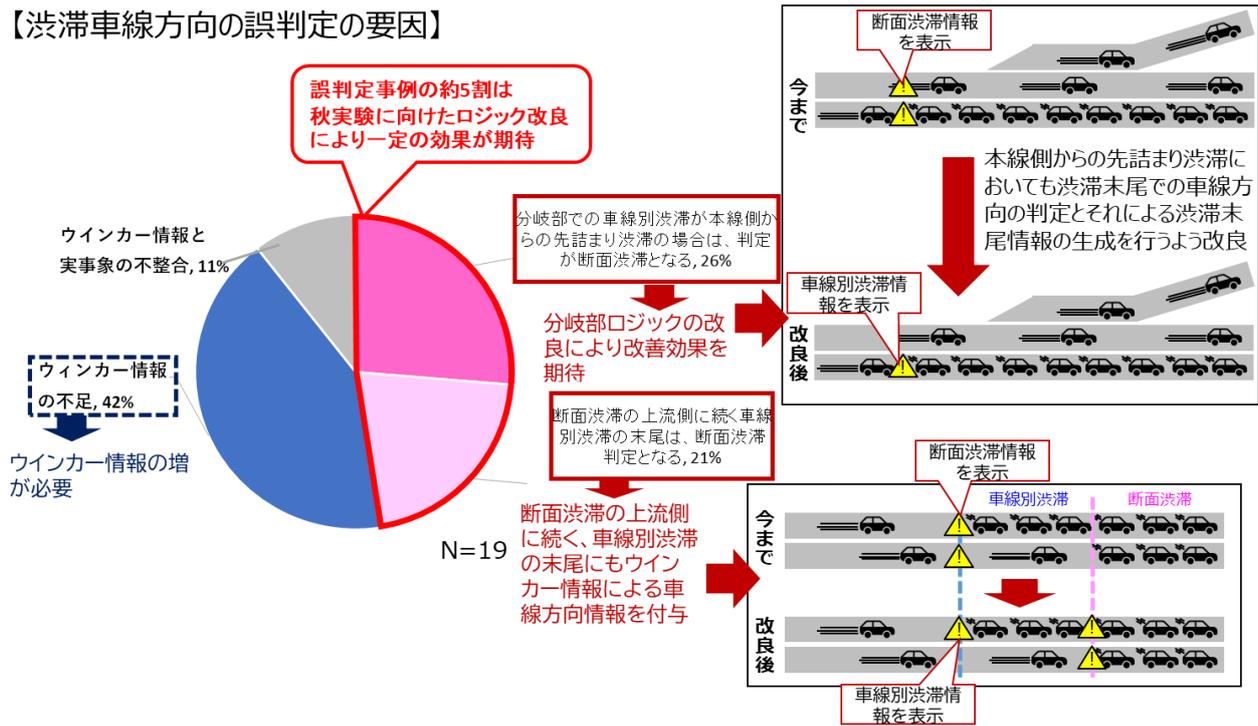


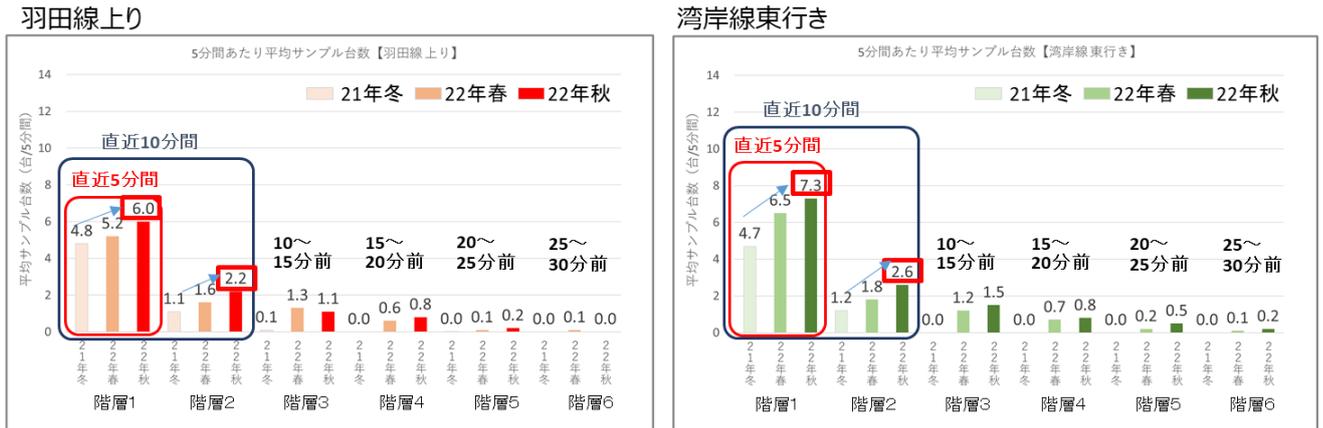
図 3-68 春期実験における渋滞車線方向誤判定の要因と秋期実験に向けた対応方針

3.3.2 2022年度実証実験の実施結果

(1) 取得できたプローブデータ量とリアルタイム性

車線レベル道路交通情報サーバにおいて取得できたプローブデータ量とリアルタイム性について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

- ・車線レベル道路交通情報サーバにおいて、直近5分で取得できた平均プローブ車両台数は、春期実験の5.2～6.5台に対して、秋期実験では6.0～7.3台に増加（約1.1倍）した。



<調査日>

- ・21年冬：2022年1月10日(月)～28日(金) 平日15日間 9時～17時
- ・22年春：2022年4月4日(月)～8日(金) 平日5日間 9時～17時
- ・22年秋：2022年9月15日(木)～30日(金) 平日11日間 9時～17時 ※27日(火)除く

図 3-69 5分間あたり平均プローブ車両台数（21年度冬、22年度春・秋）

(2) 配信情報の鮮度

実証実験期間中に配信した車線レベル道路交通情報の鮮度について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

- ・情報配信件数の情報鮮度別内訳をみると、鮮度の高い直近5分（階層1）、10分（階層1+2）のプローブ車両取得台数の増加に従い、配信情報の鮮度も向上していることが確認された。
- ・秋期実験では、配信情報の約60%が直近5分、約95%が直近10分までのデータで情報生成することが可能となった。

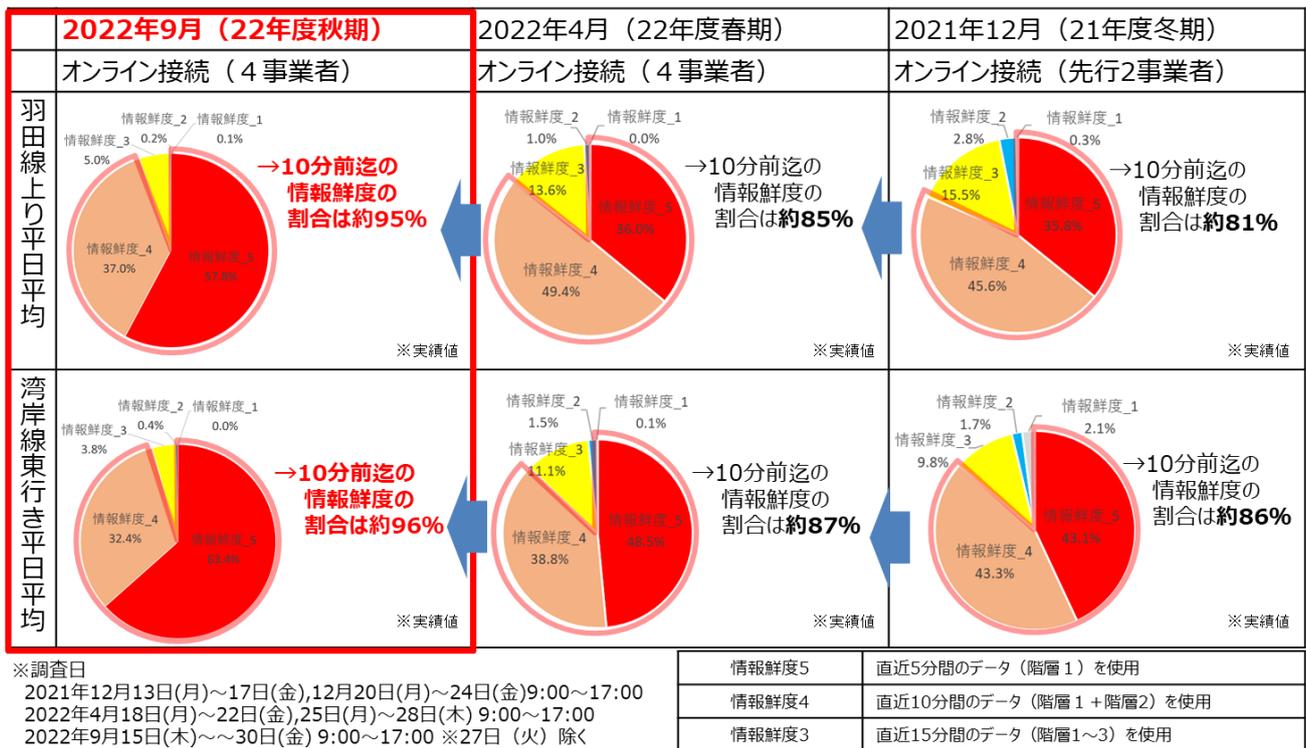


図 3-70 情報配信件数の情報鮮度別構成比（21年度冬、22年度春・秋）

(3) 進行方向の情報精度

実証実験期間中に配信した車線レベル道路交通情報の進行方向位置の精度について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

- ・情報提供時の渋滞末尾遭遇率は約 65%、うち 6 割は観測された渋滞末尾との乖離距離が 800m 以下*に収まっている。
- ・5 分間の判定周期では交通状態の変化に対し、相応の誤差が生じることが推察される。

※5 分判定では渋滞伸縮により 500~1000m の乖離は生じ得ることから 800m 以下を目安として設定

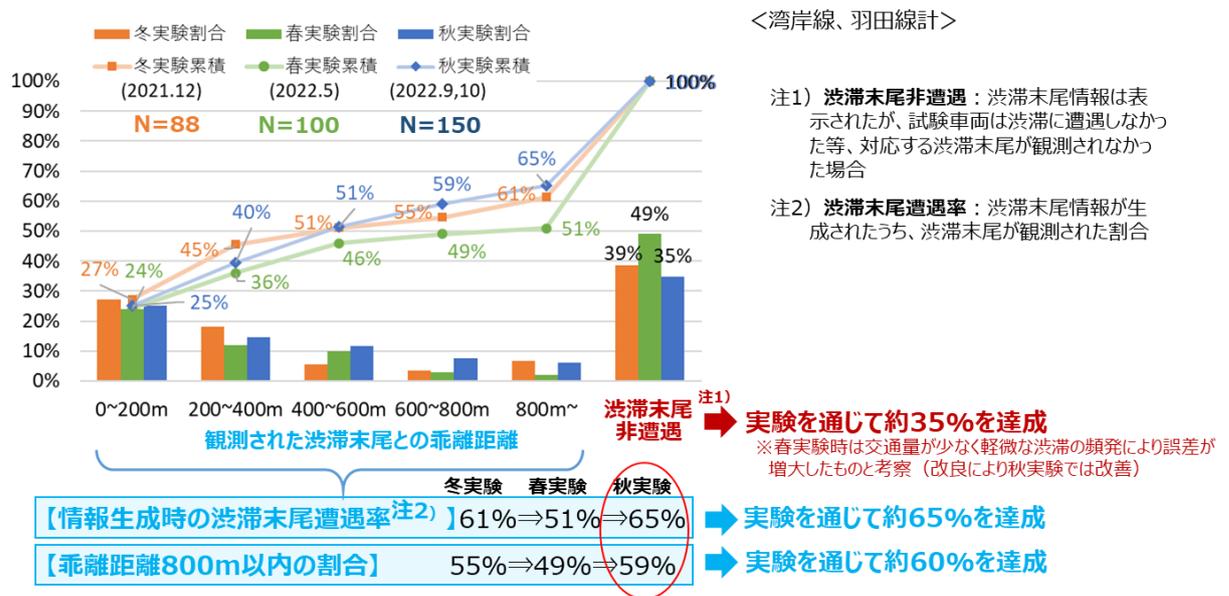


図 3-71 配信した渋滞末尾情報と観測された渋滞末尾との乖離距離等（21 年度冬、22 年度春・秋）

(4) 車線方向の情報精度

実証実験期間中に配信した車線レベル道路交通情報の車線方向の精度について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

1) 全実験区間

- ・断面渋滞であるか車線別渋滞であるかの判定は 9 割が正しく行われたが、うちウインカーの発生等が検出されて渋滞車線方向の判定ができたケースは 3 割であった。
- ・ウインカーの発生が検出されないケースが多い。

2) 分合流部

- ・車線別渋滞の発生頻度が高い主要検証フィールド（浜崎橋 JCT、東海 JCT）のみで見ると、渋滞車線方向の判定の判定ができた割合は 77~100%と高く、その的中率は 100%であった。

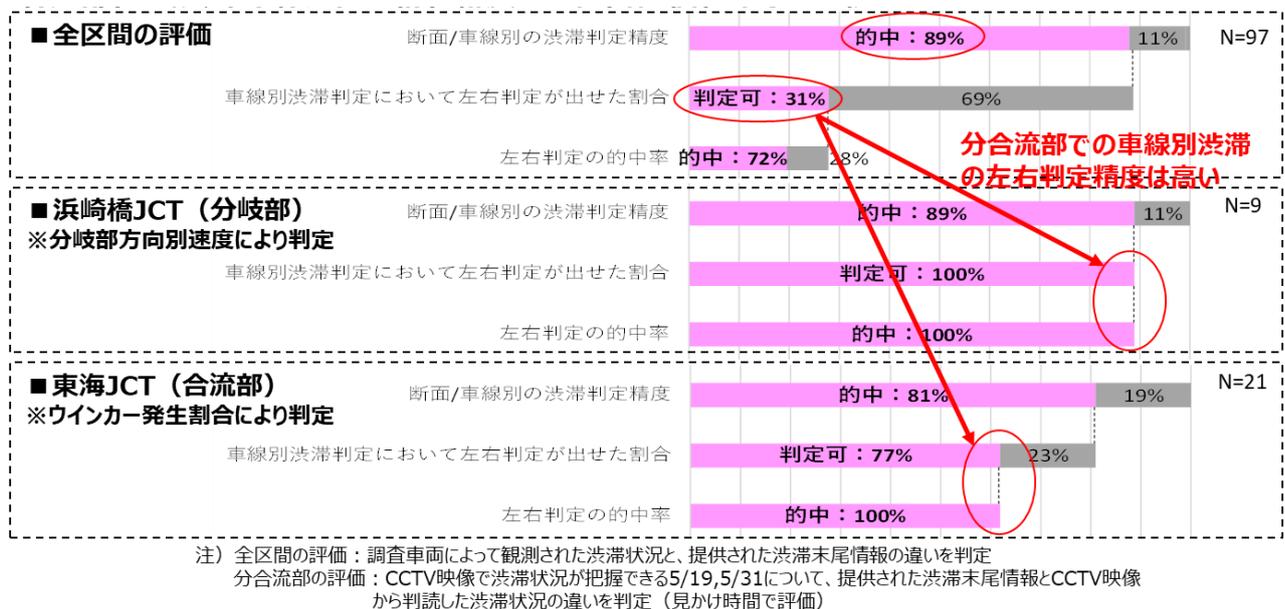


図 3-72 車線方向の情報精度に関する全区間と特定道路部位との比較（22 年度秋）

(5) 一定の判定精度を得るために必要なプローブデータ取得台数

車線レベル道路交通情報の生成に関し、一定の判定精度を得るために必要なプローブデータ取得台数について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

- ・ 交通挙動が複雑な合流部では5分あたり15台以上、単路部で10台以上のプローブデータが取得できると、渋滞判定が的中する傾向にある。

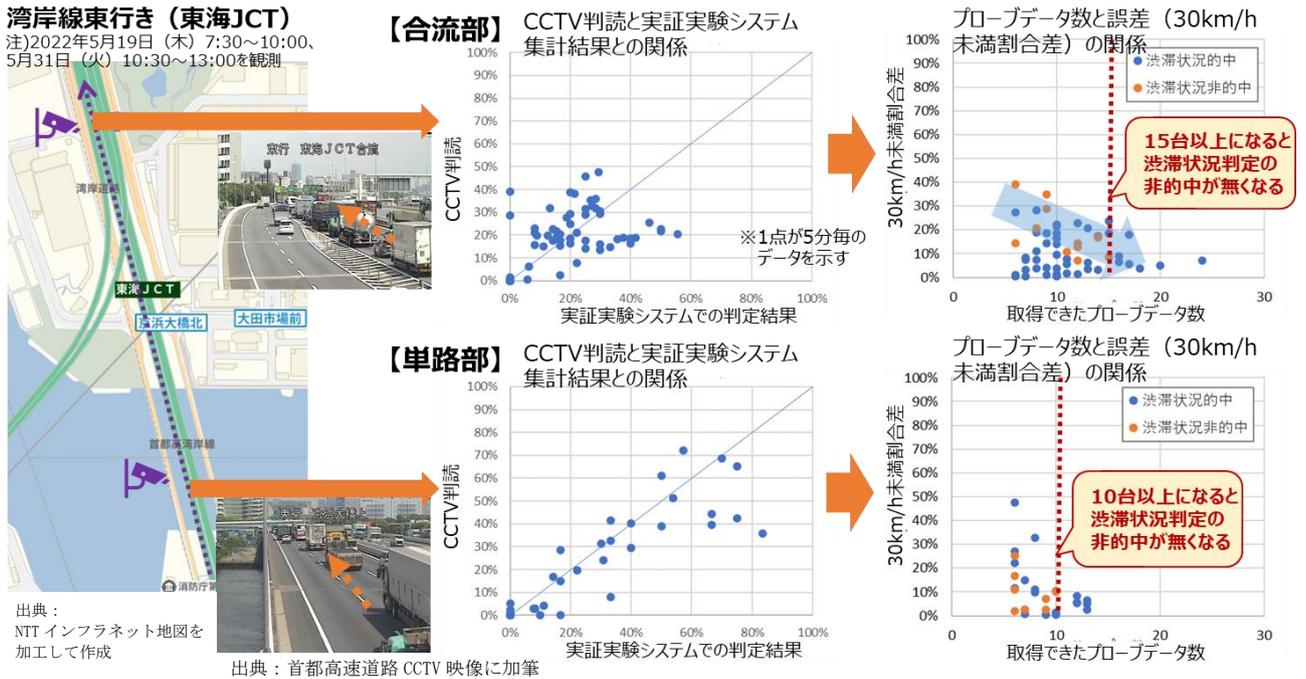
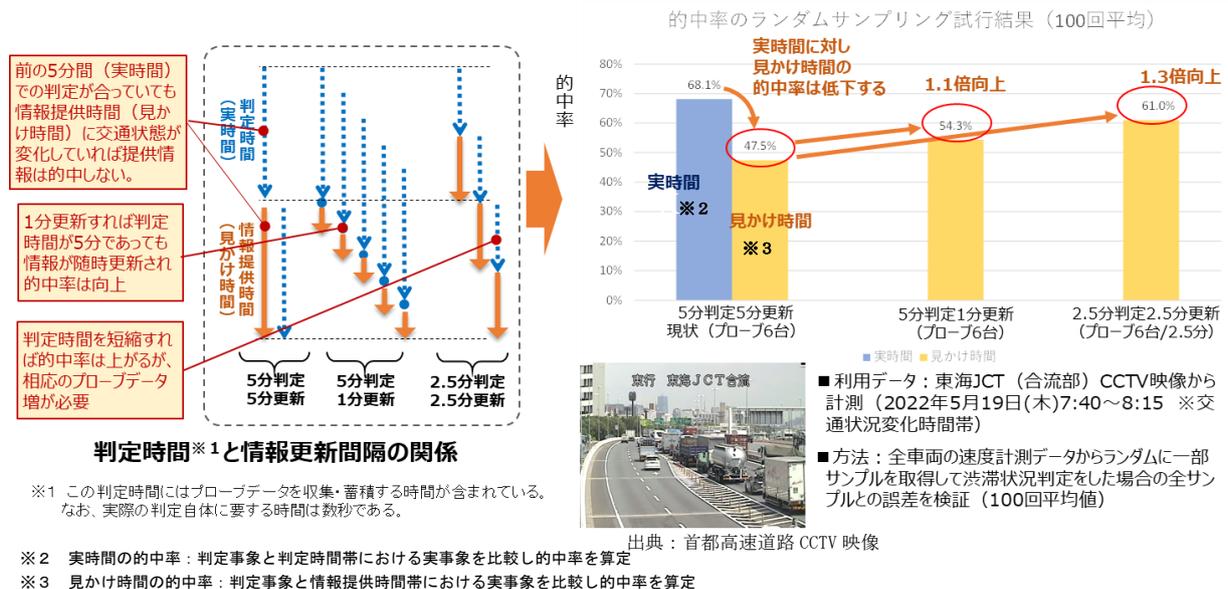


図 3-73 実証実験システム集計結果と CCTV から判読した結果の比較（車線別渋滞判定指標：30km/h未滿車両割合）

(6) 判定時間や情報更新間隔を短縮した場合の精度向上効果

車線レベル道路交通情報の精度に関して、事象判定時間や情報更新間隔を短縮した場合の向上効果について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

- ・ 提供情報の的中率を上げるには判定時間や情報更新間隔を短縮することが有効と見込まれる。
- ・ 提供情報の的中率が低下しやすい交通状態の変化時においては、現状の 5 分判定のままでも情報更新間隔を 1 分に短縮することで的中率は約 1.1 倍に向上すると見込まれる。
- ・ プローブデータ取得台数の増加を必要としないため、情報更新間隔の短縮を先行的に行うことが短中期的には有効と考えられる。



判定時間※1と情報更新間隔の関係

※1 この判定時間にはプローブデータを収集・蓄積する時間が含まれている。なお、実際の判定自体に要する時間は数秒である。

※2 実時間の的中率：判定事象と判定時間帯における実事象を比較的中率を算定

※3 見かけ時間の的中率：判定事象と情報提供時間帯における実事象を比較的中率を算定

図 3-74 事象判定時間※1と情報更新間隔を短縮した場合の事象的中率向上の試算 (合流部における交通状況変化時のみでの試算)

※1 この判定時間にはプローブデータを収集・蓄積する時間が含まれている。なお、実際の判定自体に要する時間は数秒である。

※2 実時間の的中率：判定事象と判定時間帯における実事象を比較的中率を算定

※3 見かけ時間の的中率：判定事象と情報提供時間帯における実事象を比較的中率を算定

(7) 将来プローブデータ取得台数が増加した場合の精度向上効果

車線レベル道路交通情報の精度に関して、将来、プローブデータ取得台数が増加した場合の向上効果について、実証実験を通じて得られた知見を以下に示す。

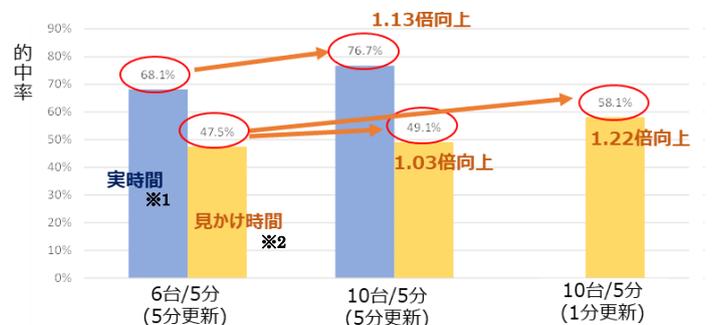
- ・我が国のコネクティッドカーの普及台数は、2025年 で現在の 1.24 倍、2030年 で 1.59 倍と予測されている。
- ・現状のプローブデータ取得台数を踏まえると、2030年 では 5分あたり平均 10 台程度取得できる可能性がある。
- ・その場合、合流部における生成情報の実時間の的中率は、交通状況変化時において現在の 1.13 倍向上（的中率 77%）、見かけ時間の的中率は、交通状況変化時において現在の 1.03 倍向上（的中率 49%）すると試算された。

コネクティッドカー普及台数予測に基づく
情報的中率試算ケースの設定

	2022年 (現況)	2025年	2030年	2035年
コネクティッドカー普及台数の増加率※	1.00	1.24倍	1.59倍	1.82倍
5分あたりプローブ取得台数予測値	6.0～7.3台	7.4～9.1台	9.2～11.2台	11.4～13.9台
試算ケース値	6台	10台	15台	

※富士経済「コネクティッドカー・V2X・自動運転関連市場の将来展望2020」コネクティッドカー普及台数予測値より算定

- ※1 実時間の的中率：判定事象と判定時間帯における実事象をと比較的中率を算定
- ※2 見かけ時間の的中率：判定事象と情報提供時間帯における実事象をと比較的中率を算定



出典：首都高速道路 CCTV 映像

■ 利用データ：東海JCT（合流部）CCTV映像から計測（2022年5月19日（木）7:40～8:15 ※交通状況変化時間帯）
■ 方法：全車両の速度計測データからランダムに一部サンプルを取得して渋滞状況判定をした場合の全サンプルとの誤差を検証（100回平均値）

図 3-75 プローブデータ数が増大した場合の的中率向上の試算（合流部における交通状況変化時）

3.3.3 2022年度実証実験結果のまとめ

(1) 車線レベル道路交通情報提供の実用化に向けた考察

実証実験を通じて得られた知見から、車線レベル道路交通情報提供の実用化に向けて考察を行い、下記の通りに整理した。

- ・本事業で検討した情報生成手法により、車道レベルのプローブ情報から車線レベルの交通情報を生成することが一定の道路交通条件下で可能であることが確認できた（「(2)本情報生成手法の道路交通条件別の適用可能性」を参照）。
- ・特に、恒常的に車線別渋滞が発生する分岐部（出口含む）や合流部は交通量（取得できるプローブ台数）も多いことから、車線レベル道路交通情報提供の早期実用化の可能性は高いと考えられる。
- ・その他区間（単路部等）においても、全車線（断面）渋滞としての渋滞末尾情報等の提供であれば、既存サービスより細かい粒度で進行方向の渋滞情報の提供できる可能性を確認した。
- ・ただし、様々な交通環境および、交通流状況において高い精度で情報生成するには、現状のプローブデータ量では十分ではない。ただし、今後のコネクティッドカーの普及に伴う収集プローブデータの増加に伴う情報精度の向上が期待できる。
- ・精度向上を図るには、情報更新間隔の短縮他、データ処理配信方法のさらなる改善案がある一方、通信コストの増加も含め、費用対効果も含めた事業面での検討も必要と考えられる。
- ・また、高精度3D地図の普及等に伴い、今後利用が可能になると想定される車線単位のプローブ情報の活用による、更なる精度向上も期待される。

(2) 本情報生成手法の道路交通条件別の適用可能性

本事業で検討した車線レベル道路交通情報生成手法について、道路交通条件別に適用可能性を下記の通り整理した（次頁図表参照）。

- ・交通量が多く恒常的に車線別渋滞が発生する分岐部（出口含む）や合流部では、車線レベル情報提供の早期実現性は高いと考えられる。
- ・単路部でも、進行方向については従来サービスより細かい粒度により、全車線渋滞として渋滞末尾情報の提供が可能と考えられる。
- ・長大トンネル、側道等近接、織込み区間では、情報精度が低下する場合がある。

3.4 実証実験結果を踏まえた技術検討成果

実証実験結果を踏まえた要素技術毎の技術検討成果概要を表 3-12 に示す。

表 3-12 要素技術毎の技術検討成果概要

検討事項	技術検討の目的	技術検討の成果
①データ共有 (集約)	・プローブを提供事業者サーバから情報統合・生成サーバに共有する際のセンター間のデータ共有仕様を検討	<p>【技術仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 収集データ項目と集計定義、収集フォーマット (json 形式) ● 収集頻度 (5 分間)、アップリンク遅れデータの取扱い方法 ● D R Mリンクから 100m リンクへの分割方法 <p>【技術評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 現在オンライン収集可能なプローブ提供事業者 4 社のデータを収集し、データ取得傾向を確認 ⇒ 直近 5 分で可能な平均データ量は、2 車線区間 (羽田線) で 6.0 台、3 車線区間 (湾岸線) で 7.3 台
②複数の情報源のデータ統合	・複数の情報提供事業者から収集したデータの統合処理仕様を検討	<p>【技術仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 統合時の数値データの取扱い、所要サンプル数の確保方法 ● 複数プローブ提供事業者における情報提供時刻のばらつきへの対応 <p>【技術評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 遡り階層数と情報生成率 (区間割合) の関係を確認 ⇒ 約 60%が直近 5 分 (階層 1)、約 95%が直近 10 分 (階層 1 + 階層 2) までのデータで情報生成可能 ⇒ ただし、長大トンネル部ではアップリンクが阻害され、直近 10 分までのデータでの情報生成割合は 72%に低下
③車線別道路交通情報の生成	・車道別プローブから車線レベル道路交通情報を生成する技術仕様を検討	<p>【技術仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 速度層別台数情報から進行方向 (100m 単位) の車線別渋滞状況を判別するロジックを構築 ● 車線別渋滞の場合、分岐部では分岐部手前リンク方向別速度から支障車線の方向 (左直等の別)、分岐部以外ではウインカー情報から支障車線の方向 (左右の別) を判定するロジックを構築 <p>【技術評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 車道レベルのプローブ情報から車線レベルの交通情報を生成することが一定の道路交通条件下で可能であることを確認
④位置表現可能なデータの変換	・生成した車線レベル道路交通情報を表現 (配信) 可能なデータ形式及び変換仕様を検討	<p>【技術仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 車線方向の位置表現可能なノードリンク地図の作成方法 ● 高精度地図に重畳するための位置参照方法 <p>【技術評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 実際のデータ試作を通じた気づき事項を技術仕様 (案) に反映
⑤データ共有 (配信)	・生成した情報 OEM 等のサーバに配信する際のセンター間のデータ共有仕様を検討	<p>【技術仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Jaspar 仕様を適用 (現行の JASPAR 仕様の課題を整理) ● 情報遅延を最小限とするため 1 分毎の起動処理を実現する API を実装 <p>【技術評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ API の処理時間は 7 秒程度

4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

準動的レベルの先読み情報として活用可能と考えられる情報源について整理すると共に、車線別情報生成への適用可能性について検討を行った。

プローブ情報は交通流や車両挙動を表すものであり、その原因を特定することはできない。インフラ情報（交通管制情報）を組み合わせることで、交通事象の原因（車線規制、事故等）を付加した車線別道路交通情報を生成することが可能となる。

また、鮮度の高い突発事象情報を得る手段として、緊急通報サービス等から交通事故等の情報（緊急通報情報）を得て活用することが考えられる。

ここではその情報の収集と配信処理仕様の検討、並びにプローブ情報と統合利用し閉塞車線を推定することで、車線レベルの緊急通報情報の生成可能性を検証した。

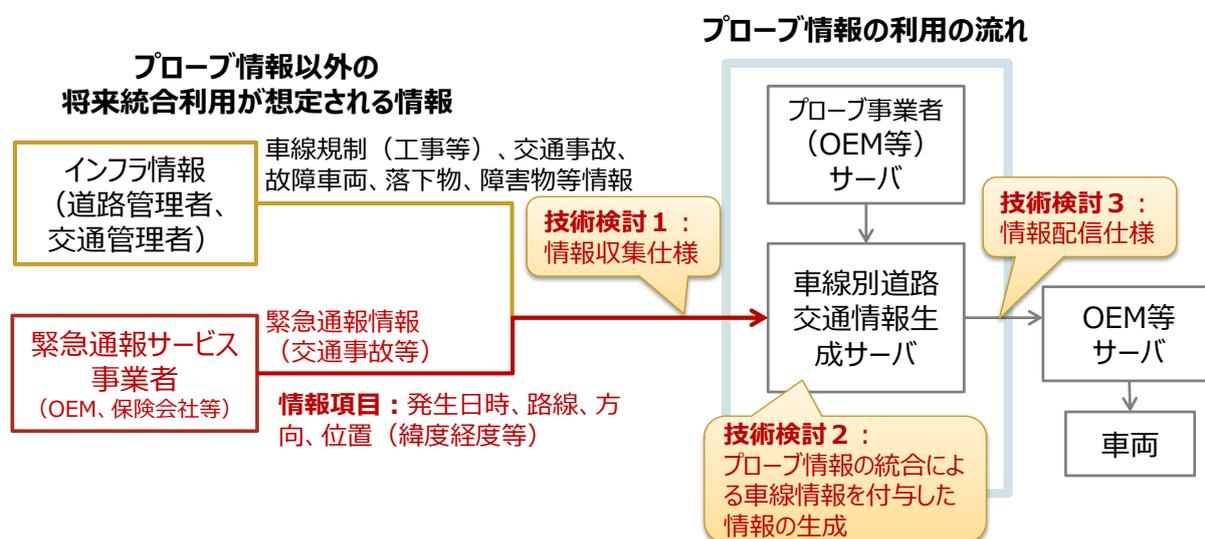


図 4-1 プローブ情報以外に将来統合利用が想定される情報と緊急通報サービスからの情報に関する技術検討の内容

4.1 緊急通報サービス情報の情報源並びに情報収集仕様

(1) 緊急通報情報の情報源

緊急通報サービスは OEM、保険会社等で行われており、それらが情報源の候補となる。

緊急通報情報の情報源である緊急通報サービスの事例について整理した結果を以下に示す。

1) OEM によるサービス事例 (HELPNET)

- ・HELPNET サービスは、自動車メーカーがユーザー向けに提供する緊急通報サービスに採用。
- ・エアバッグ連動による自動発報、または簡単な操作で HELPNET センターに通報。通報者と会話、状況を確認し、必要に応じ消防・警察に連絡。
- ・会話と同時にデータ送信。正確な位置情報・車両情報により、救急車・パトカーが素早く現場に到着。

出典：HELPNET の仕組みと流れ (<https://www.helpnet.co.jp/about/flow/>) を基に受託者が整理

2) 保険会社によるサービス事例 (GK 見守るクルマの保険)

- ・専用ドライブレコーダーが一定以上の衝撃を検知し、約 30 秒間、車両の移動が確認できない場合、事故と判定し、位置情報や衝撃検知時の「イベント記録」等を送信。
- ・専用安否確認デスクのオペレータは、専用ドライブレコーダーを通じてドライバーに安否確認コールを行う。

出典：GK 見守るクルマの保険 (三井住友海上)

(<https://www.ms-ins.com/personal/car/gk/mimamoru-dr.html#anc-06>) 基に受託者が整理

(2) 緊急通報情報 (交通事故等) で想定される情報項目

緊急通報情報の情報項目に関しては、緊急通報サービスの普及の加速化に向けて警察庁、消防庁、国土交通省により「接続機関における自動車からの緊急通報の取扱いに関するガイドライン (H30.5)」が策定されており、このガイドラインの中で、緊急通報の際の情報項目が定められている。

これより、緊急通報情報の情報項目は、上記のガイドラインに沿ったデータ項目が提供されることを想定することとした (図 4-2 参照)。

なお、ガイドラインの情報項目には閉塞車線に関する情報は含まれていない。

項番	通知事項	内容
1	自動/手動通報	自動通報、手動通報の別
2	緯度・経度	緯度、経度情報 (測地系及び表現形式(度表記)は救援機関の指定する条件に合わせる こと)
3	位置精度	緯度、経度情報の誤差半径(単位:メートル)
4	車両の進行方向	車両の進行方向を示す方位等
5	走行軌跡	事故発生場所まで走行してきた経路を表す軌跡情報 (一定間隔で取得された複数地点の軌跡情報(上記2~4)10地点程度(※ 1))
6	車両の種類	大型車、バス、車両の車種名等
7	車体番号	車台番号 又は 車両の特定に用いる通報機器ごとに付与された一意の 番号
8	燃料種類(※2)	ガソリン、軽油、LPG、電気、水素等の燃料名
9	事故発生時刻	通報が発生した時刻
10	呼び返し用電話番号	通報者と連絡が可能な自動通報装置、携帯電話等の電話番号
11	契約者氏名	車両所有(使用)者の氏名(法人を含む)
12	登録ナンバー	車両登録番号(例:名古屋123あ1234)
13	事業者ID	接続機関を特定するための識別子
14	発信元電話番号	接続機関の発信元電話番号
15	通報要因	接続機関のオペレータが通報者との会話の中で確認した通報区分 (例:交通物損、応答なし)

出典: 接続機関における自動車からの緊急通報の取扱いに関するガイドライン
(H30.5、警察庁・消防庁・国土交通省)

図 4-2 緊急通報情報(事故情報)で想定される情報項目

4.2 プローブ情報の統合利用による車線レベルの緊急通報情報生成の検討

緊急通報情報とプローブ情報の統合利用による情報生成方法を検討した。情報生成のイメージを図 4-3 に示す。

事故等による閉塞車線は最初不明だが、即時性のある注意喚起情報の提供が可能である。その後プローブ情報により閉塞車線が推定可能かを以降にて検証する。

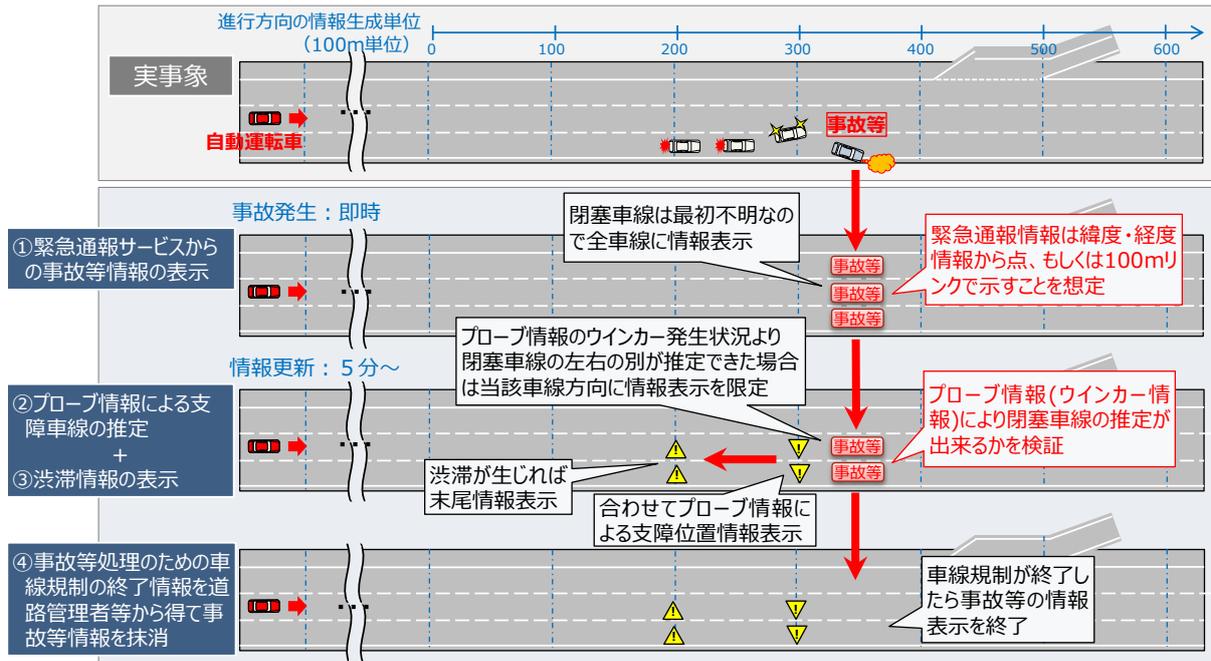


図 4-3 緊急通報情報とプローブ情報の統合利用のイメージ

4.3 車線レベルの緊急通報情報の生成可能性の検証

プローブ情報により、より即時性のある注意喚起情報の提供、その後のプローブ情報による閉塞車線の推定等が可能かを検証した。

検証の手順、使用データを図 4-4 に示す。

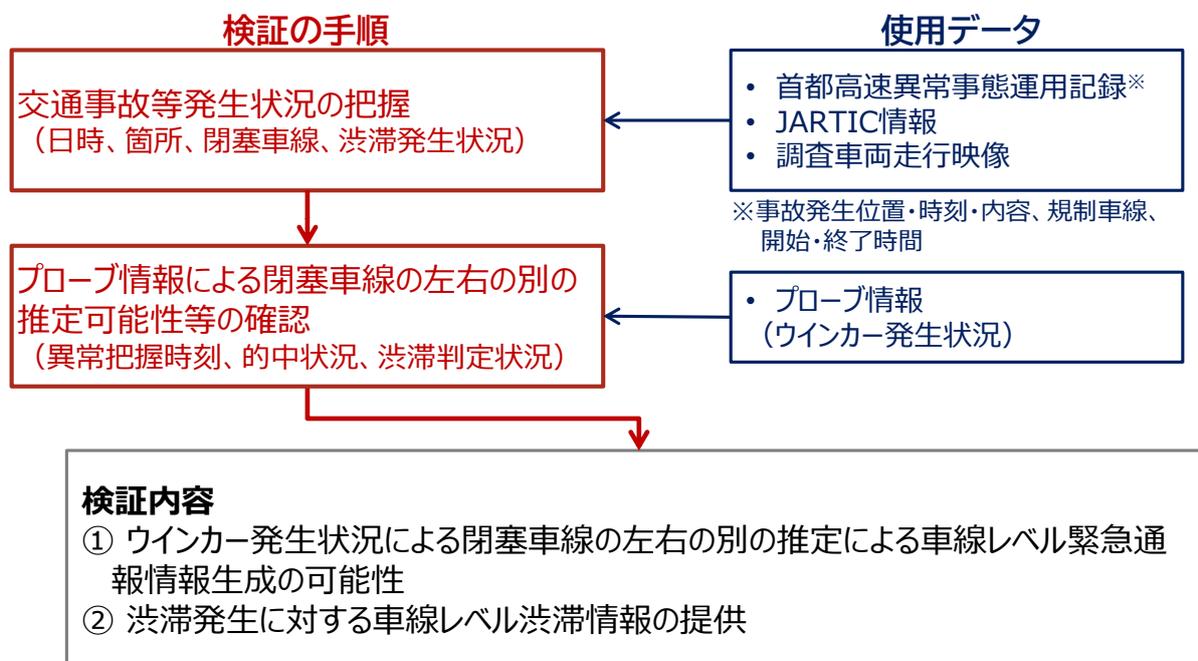


図 4-4 車線レベルの緊急通報情報の生成可能性等の検証方法

(1) 追突事件事例における検証

2021 年度実証実験期間中における羽田線（上り）大井 JCT 合流部先頭付近での追突事故に対し、以下の状況を確認した。

- ・ 大井 JCT 合流部先頭付近の合流車線でトラックの追突事故が発生
- ・ 発生場所の右側車線に注意喚起情報（支障位置）が生成（左ウインカーを多く検出）、約 300m 後方に渋滞末尾情報（右車線）が生成される（10:45）
- ・ 以降、注意喚起情報が継続表示され、渋滞末尾は延伸。

上記のように、①ウインカー発生状況による閉塞車線の左右の別の推定、及び ②渋滞発生に対する車線レベル渋滞を検出できており、プローブ情報により、閉塞車線の推定、注意喚起情報の提供が可能な事を確認した。



出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像に加筆

図 4-5 大井 JCT 付近での追突事故に対する注意喚起情報の生成事例

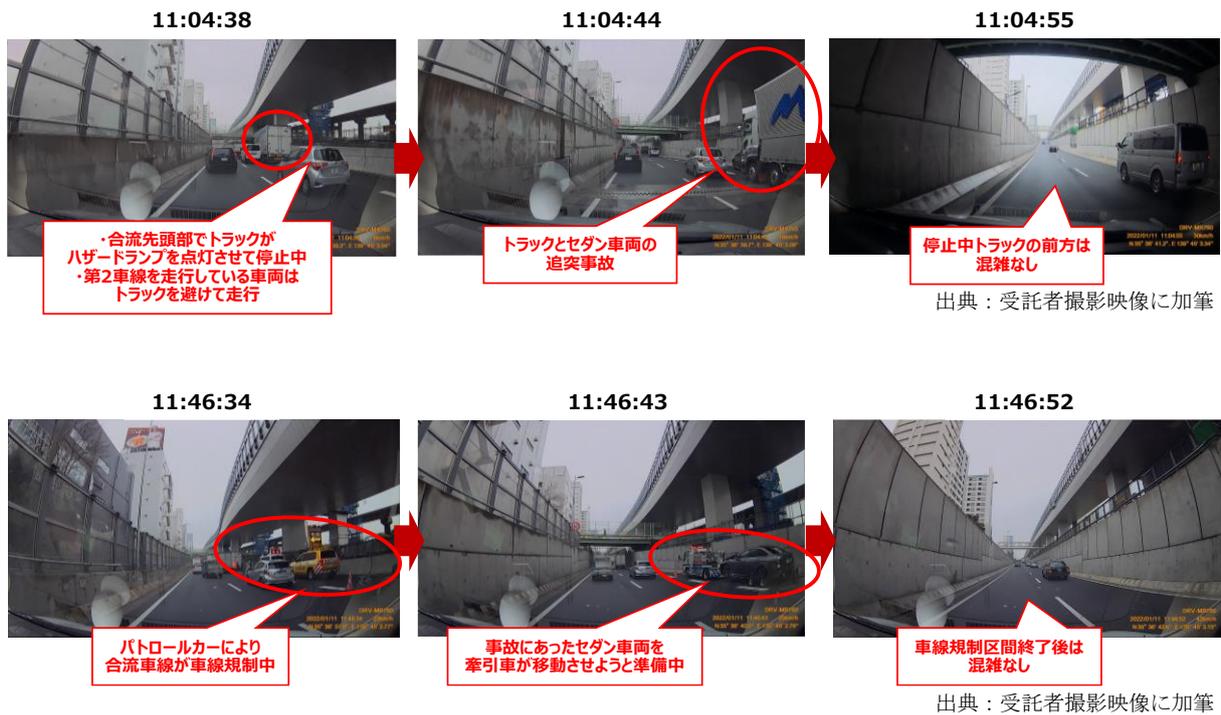


図 4-6 調査車両からの映像：大井 JCT 付近でのトラック追突事故

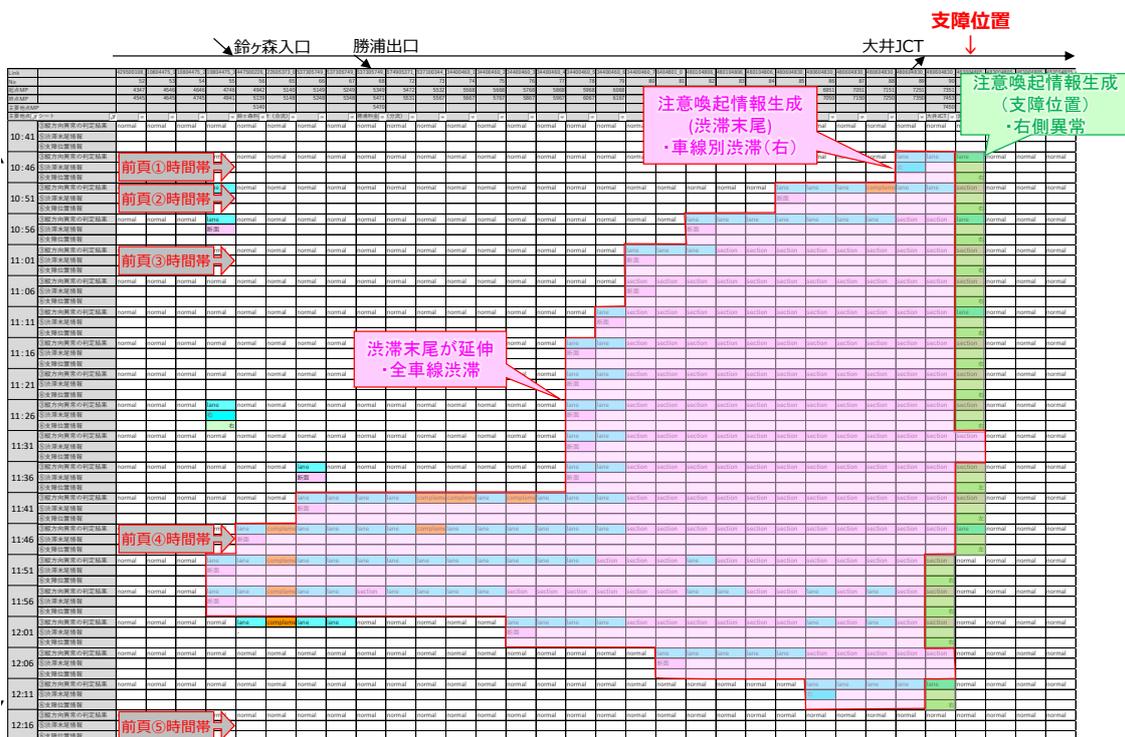


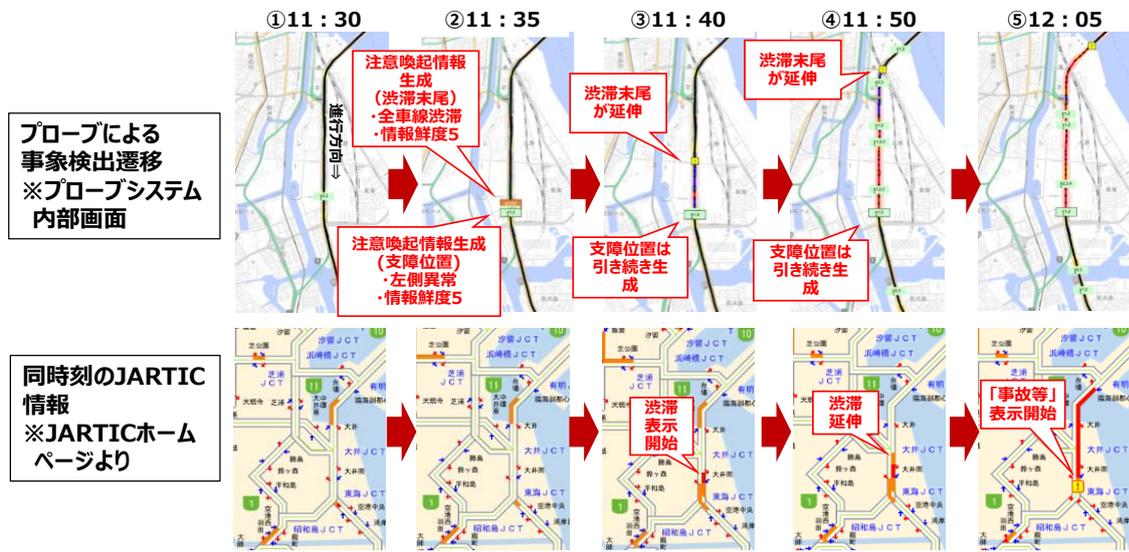
図 4-7 支障位置のモザイク図：大井 JCT 付近でのトラック追突事故

(2) 故障車両発生事例における検証

2021 年度実証実験期間中における高速湾岸線（西行き）東海 JCT 分流部手前での故障車に対し、以下の状況を確認した。

- ・東海 JCT 分流部手前の第 2 車線でトレーラーの立ち往生が発生
- ・発生場所の左側第 1～2 車線に注意喚起情報が生成（右ウインカーを多く検出）、約 200m 後方に渋滞末尾情報（全車線）が生成される（11:30）
- ・以降、注意喚起情報が継続表示され、渋滞末尾は延伸。
- ・このケースでは JARTIC 情報より早く事象を検出している。

上記のように、①ウインカー発生状況による閉塞車線の左右の別の推定、及び ②渋滞発生に対する車線レベル渋滞を検出できており、プローブ情報により、注意喚起情報の提供、閉塞車線の推定等が可能な事を確認した。



出典：JARTIC ホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像に加筆

図 4-8 東海 JCT 付近でのトレーラー立ち往生に対する注意喚起情報の生成事例

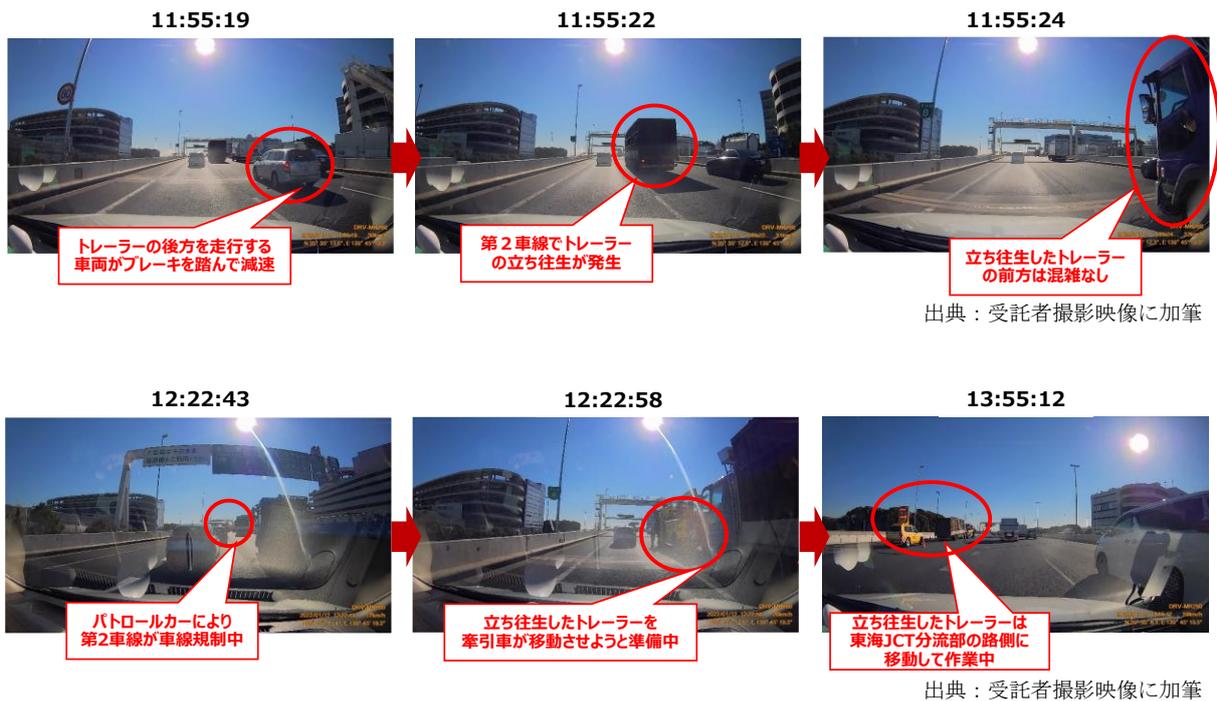


図 4-9 調査車両からの映像：東海 JCT 付近でのトレーラー立ち往生

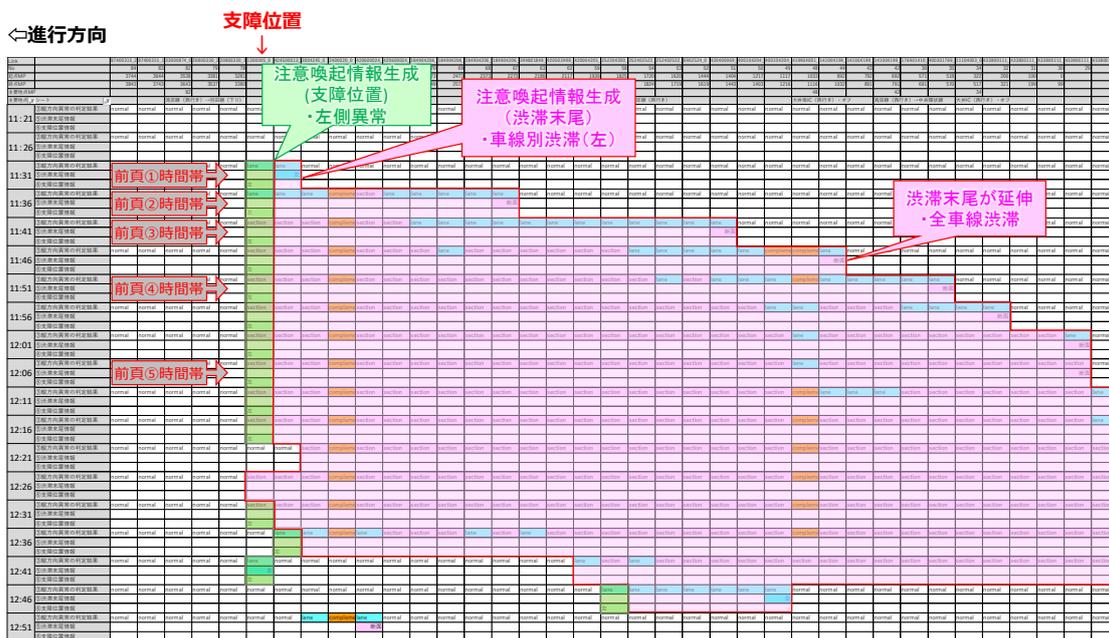


図 4-10 支障位置のモザイク図：東海 JCT 付近でのトレーラー立ち往生

4.4 情報配信仕様の検討

緊急通報情報は JASPAR 仕様における障害物情報（コンテンツ：obstacle）として配信することが可能である。

よって、情報配信仕様は JASPAR 仕様に沿ったインタフェース（HTTP プロトコル、JSON 形式の情報表現）を想定する。なお、情報配信周期については、情報源からの情報収集可能周期を踏まえ、今後検討する必要がある。

```
"container":[
  {"basic":{
    "time":{
      "start":"2020-10-01T13:30:00.000",
      "expire":"2020-10-01T13:35:00.000"
    },
    "section":{
      "beginningPoint":{
        "latitude":36.1234567,"longitude":139.1234567,
        "onRoad":"on","name":"首都高速羽田線",
        "lane":["1","2"],
        "accuracy":"1"
      }
    }
  },
  "contents":{
    "obstacle":{
      "sequence":"1","size":"L","move":"1","object ":"停止車両"
    }
  }
}
]
```

閉塞車線に関する車線
レベル情報を付与箇所

図 4-11 JASPAR 仕様の障害物情報に沿った JSON 形式のデータ例

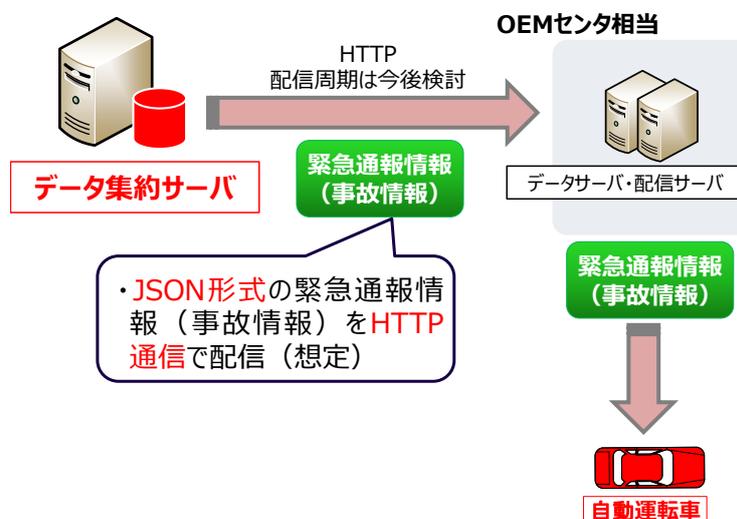


図 4-12 緊急通報情報の配信イメージ

5. 悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

自動運転の安全性向上や道路管理の効率化・高度化を目的とし、車両プローブデータを用いて、豪雨等の悪天候やそれに伴う水膜形成等の路面状況を検出する手法を検討し、評価・検証を行った。

5.1 要素技術の検討

利用可能な車両プローブデータや技術について整理を行った上で、自動運転や道路管理への活用可能性を検討した。

なお、ここで想定する車両プローブデータは、2.1～2.3 で収集・使用を検討するデータ項目に対して追加で検討するデータ項目であり、プローブ提供事業者において現状では事業として収集・提供してないデータ項目が含まれる。また、生成する情報も車線レベル道路交通情報とは異なるユースケースが想定されることから、実用化を想定し、本項でも車両プローブデータの収集や生成情報の配信方法について検討した。

道路管理やドライバー・自動運転車への有効な情報提供への活用を目的とし、プローブ情報を活用して水膜発生、冠水等の路面状況の検出可能性を検討した。

検出可能性を検討するにあたって、対象とした車両プローブ情報は以下の通りである。

対象1：OEM から現状収集可能な路面状況把握に係るプローブ情報として、車両制御情報（ABS 等作動情報）、並びにワイパー作動情報

対象2：タイヤメーカーから今後取得可能と考えられる水膜厚レベル、路面グリップレベルの入力データとなる、走行抵抗、スリップ率情報等

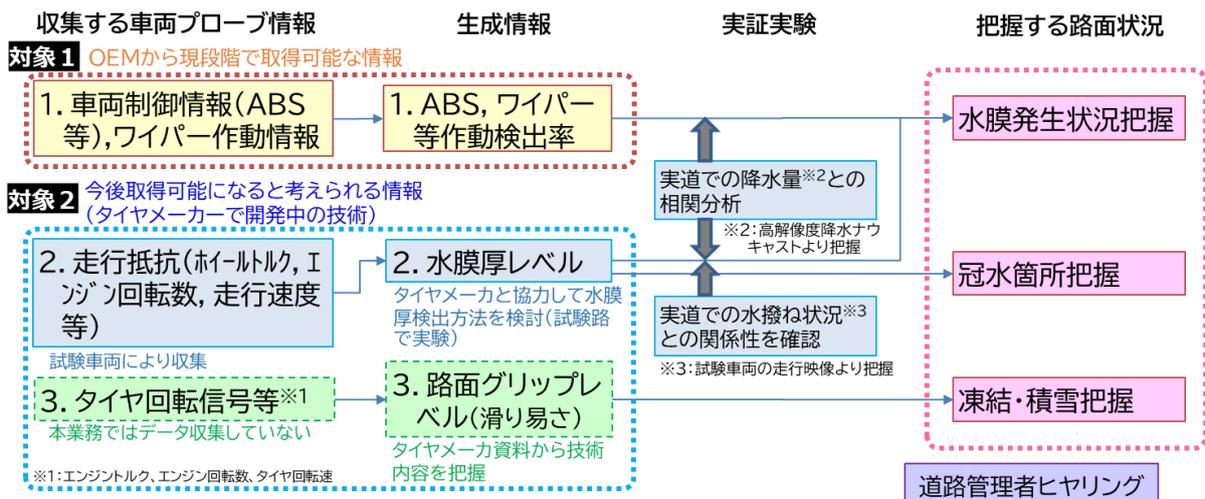


図 5-1 収集するプローブ情報と生成情報による把握する路面状況の全体像と実証実験との関係

(1) 対象1：車両制御情報、ワイパー情報の利活用の概要

対象1として示した、車両制御情報（ABS等）及びワイパー作動情報（高速、低速、間欠）は、OEMから5分間毎100mリンク区間毎（車線レベル道路交通情報の実証実験で使用したものと同一形式）の統計情報（作動台数）としてオフライン形式により取得した。

一般に水膜形成状況は降水量に起因するため、区間毎のABS等の車両制御発生状況又はワイパー作動情報と降水量の関係から、水膜厚の推定が可能と仮定し、検証を実施した。

<100mリンク区間単位によるデータ集計イメージ>

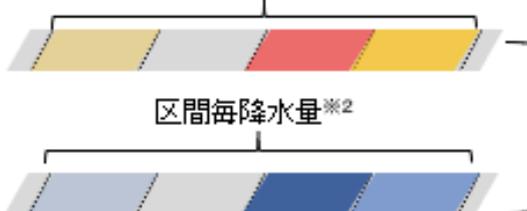
●OEMからは当該5分間において、当該100mリンク区間を通過したプローブ車両台数と、うち区間内でABS等を作動させた台数を統計情報として収集



<水膜形成の推定可能性の分析イメージ>

同一時間帯における100mリンク区間毎の取得データを照合

区間毎ABS等又はワイパー作動検出率^{※1}



散布図を作成し、降水量との相関性を把握

※1 作動検出率
=作動台数/プローブ車両台数

※2 ナウキャスト250mメッシュデータ
対応する100mリンク区間に
紐づけて作成

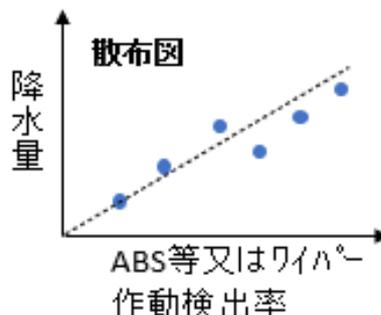


図 5-2 100mリンク区間単位によるデータ集計と水膜形成の推定可能性の分析イメージ

(2) 対象2：路面グリップレベル、水膜厚レベルの推定方法の概念

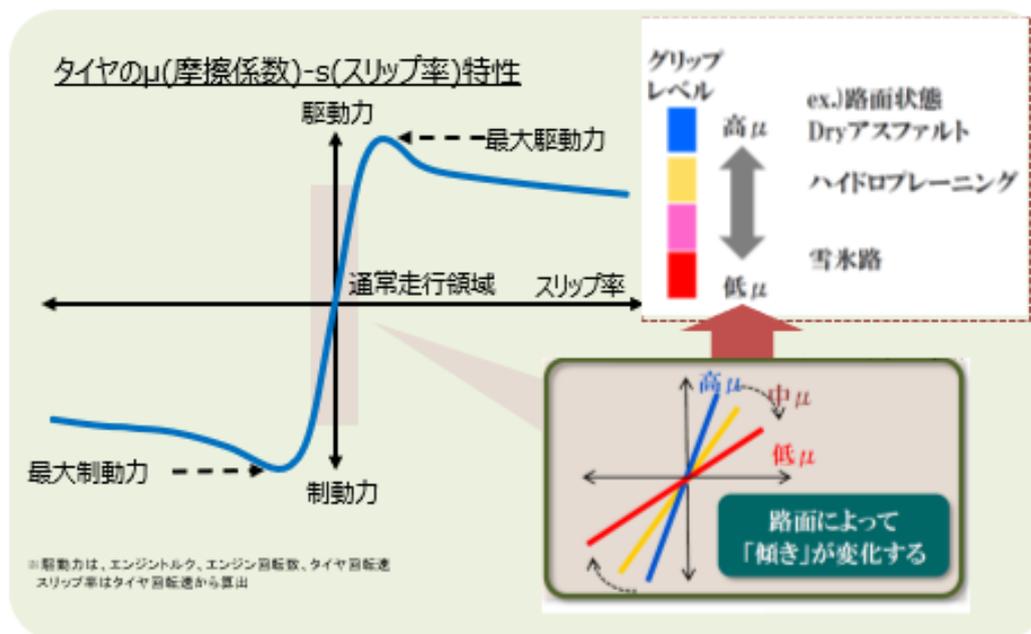
以下では、対象2として示した、タイヤメーカーから今後取得可能と考えられる水膜厚レベル、路面グリップレベルの推定方法の概念を示す。

【路面グリップレベル】

- 路面の滑り易さによって、スリップ率と駆動力等の関係(傾き)が異なる。この傾きをタイヤ回転信号(エンジントルク、エンジン回転数、タイヤ回転速等)から導出し、路面の滑りやすさ(路面グリップレベル⇒4段階)を検出する。(タイヤメーカーにて先行して技術開発)
- 降雨によって路面に水膜が生じると、路面が滑りやすくなることから、ハイドロプレーニング現象が生じる危険性を把握することが出来る。この情報の活用性を検討した。

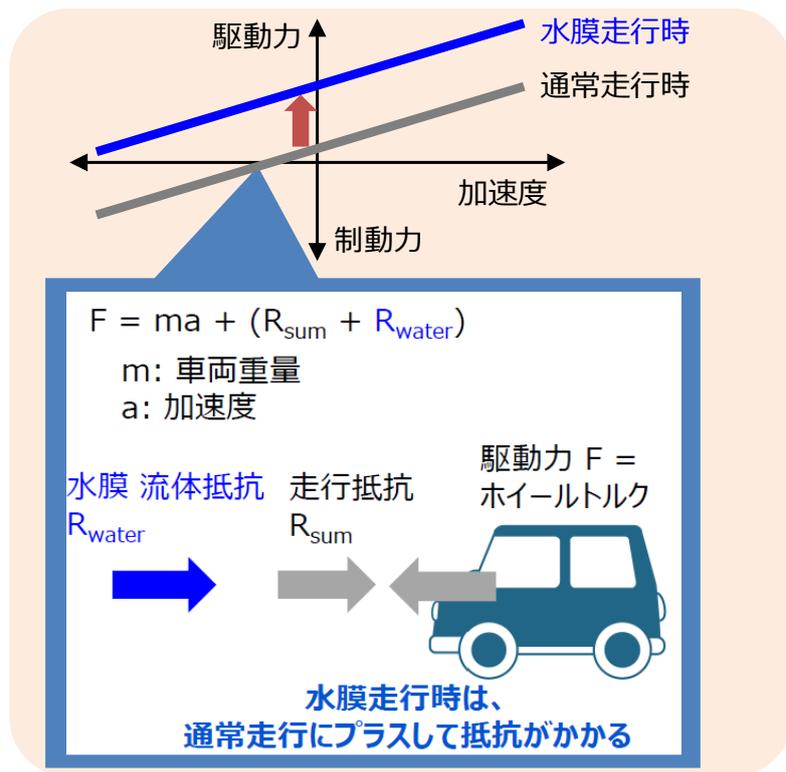
【水膜厚レベル】

- 走行時の自動車の駆動力情報を用い、水膜走行時の走行抵抗の変化より水膜厚を推定する方法を検討した。
- 試験路(水膜厚 10mm まで)での検証の後、駆動力、走行抵抗等の必要データを取得できる機器を搭載した試験車両を実道で雨天時に走行させ、水膜厚を推定する。



出典：住友ゴム工業株式会社資料より抜粋

図 5-3 路面グリップレベルの検出概念



出典：住友ゴム工業株式会社資料より抜粋

図 5-4 水膜厚さの検出概念

(3) 高解像度降水ナウキャスト

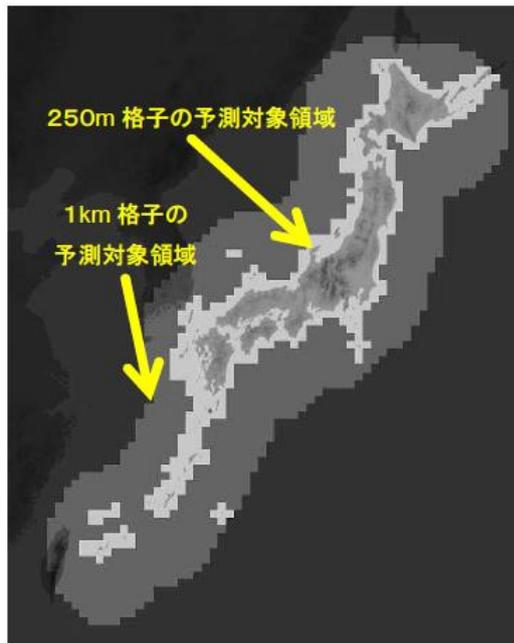
実道での対象1、対象2の生成情報と、降水量との相関分析には、「高解像度降水ナウキャスト」を活用した。高解像度降水ナウキャストとは以下の特徴を持つ、現在の降水状況及び予測降水状況を把握可能なデータである。

なお、対象1、対象2との相関分析にあたり、2022年8月から11月まで4ヶ月分のデータを取得した。

- ・ 気象業務支援センターが提供する気象情報
- ・ 詳細かつ高精度なレーダー画像と降水量予測を提供
- ・ 局地的な大雨の監視・予測能力の強化を目的とする
- ・ 高解像度降水ナウキャスト(→瞬間的な降水強度を表す)と高解像度降水ナウキャスト(5分間降水量)の2種類を提供
- ・ 250m 四方の細かさ(海上は1km 四方、30分先まで。35分から60分先までは1km 四方)で予報され、5分毎に更新
- ・ 全国20カ所の気象ドップラーレーダーデータ、気象庁・国土交通省・地方自治体が保有する全国約10,000カ所の雨量計の観測データ、ウィンドプロファイラやラジオゾンデの高層観測データ、国土交通省レーダ雨量計のデータを活用して予測

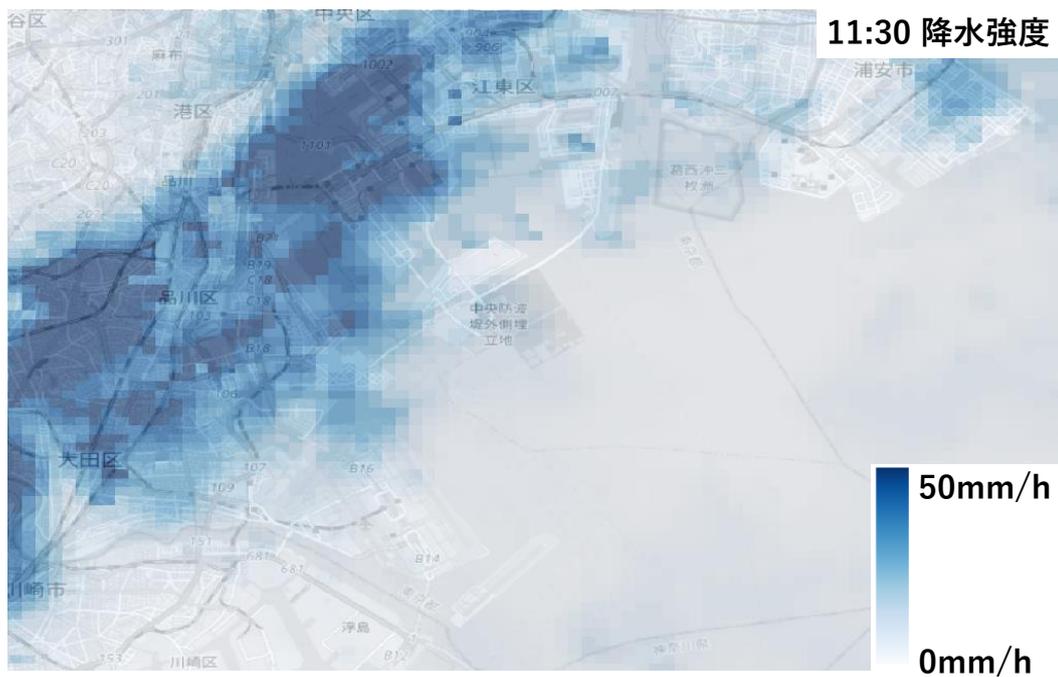
表 5-1 高解像度降水ナウキャスト情報

情報名称	高解像度降水ナウキャスト ※瞬間的な降水強度	高解像度降水ナウキャスト(5分間降水量)※5分間の積算降水量
定義	現在の降水強度(瞬間的な降水の強さ)のまま1時間降り続けた場合何ミリになるかを表す。(単位:mm/h)	5分間の降水量は何ミリかを表す。(単位:mm)
メッシュ間隔	30分先まで:250m×250m, 35分先から60分先まで:1km×1km	
更新間隔	5分毎(実況および5分毎30分後までの予測値を配信)	
適用性	肌を感じる雨の強さを知るのに適する。	実際にどの程度降ったかを知るに適する。
主な用途	連続的な利用	雨量値としての利用
特徴まとめ	詳細な予測としての利用	詳細な記録としての利用



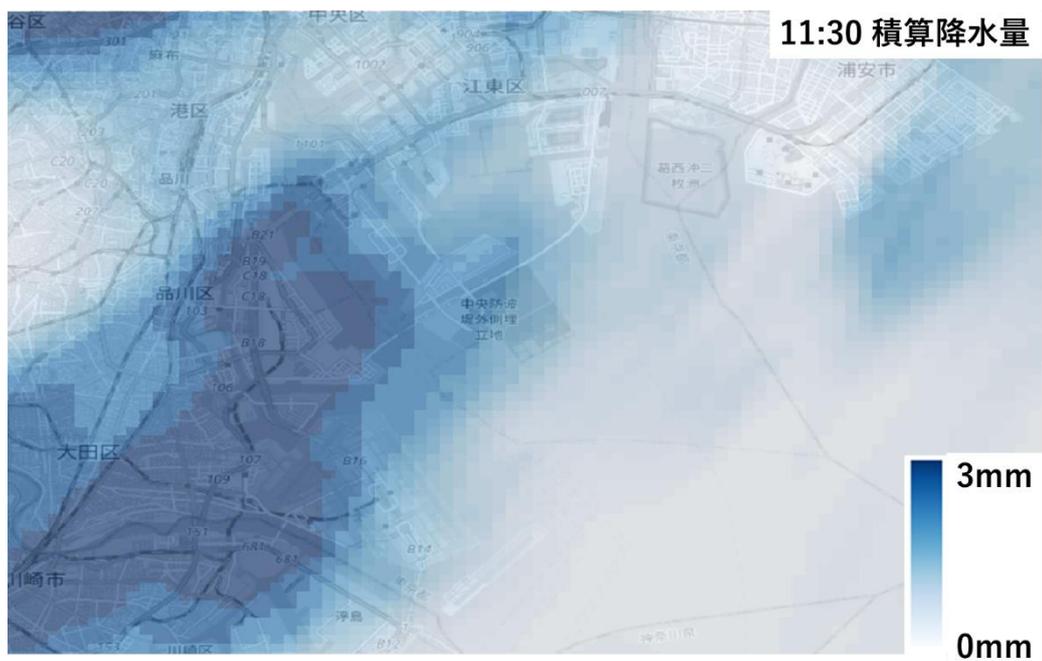
出典：(一財) 気象業務支援センターHP (<http://www.jmbasc.or.jp/jp/index.html/>)

図 5-5 高解像度降水ナウキャスト予測対象領域



出典：「© OpenStreetMap contributors」 (<https://www.openstreetmap.org/copyright>)
 の基図に、気象業務支援センター・高解像度降水ナウキャストのデータを追加して作成
 (2022/08/13、11:30)

図 5-6 高解像度降水ナウキャスト表示例 (降水強度)



出典：「© OpenStreetMap contributors」 (<https://www.openstreetmap.org/copyright>)
の基図に、気象業務支援センター・高解像度降水ナウキャストのデータを追加して作成
(2022/08/13、11:30)

図 5-7 高解像度降水ナウキャスト表示例 (積算降水量)

5.2 車両プローブデータの収集、評価

5.1 で整理した利用可能な車両プローブデータを一定期間収集した上で、当該期間の天候や路面状況と収集した車両プローブデータとの比較評価を行う。なお、比較評価を行うために必要な天候や路面状況に関するデータについても収集する。

以下では、対象1および対象2の情報が生成可能なデータの収集条件を示す。

(1) 各データの収集条件

対象1、対象2の各データの収集内容、期間、範囲は以下の通り。

①対象1

データ内容：車両制御情報等（ABS、トラクションコントロール、ワイパー作動）

期間：2022年8～11月

範囲：首都高速1号羽田線・湾岸線（車線レベル道路交通情報の実証実験と同じ）

②対象2

データ内容：タイヤの回転信号、走行抵抗情報等

期間：2022年8～9月

範囲：

- ・首都高区間：対象1と同じ
- ・一般道区間：国道357号新木場～船橋



出典：NTT インフラネット地図を基に加筆

図 5-8 プローブ情報の収集範囲：【対象1・2】首都高速区間（1号羽田線、湾岸線）



出典：NTT インフラネット地図を基に加筆

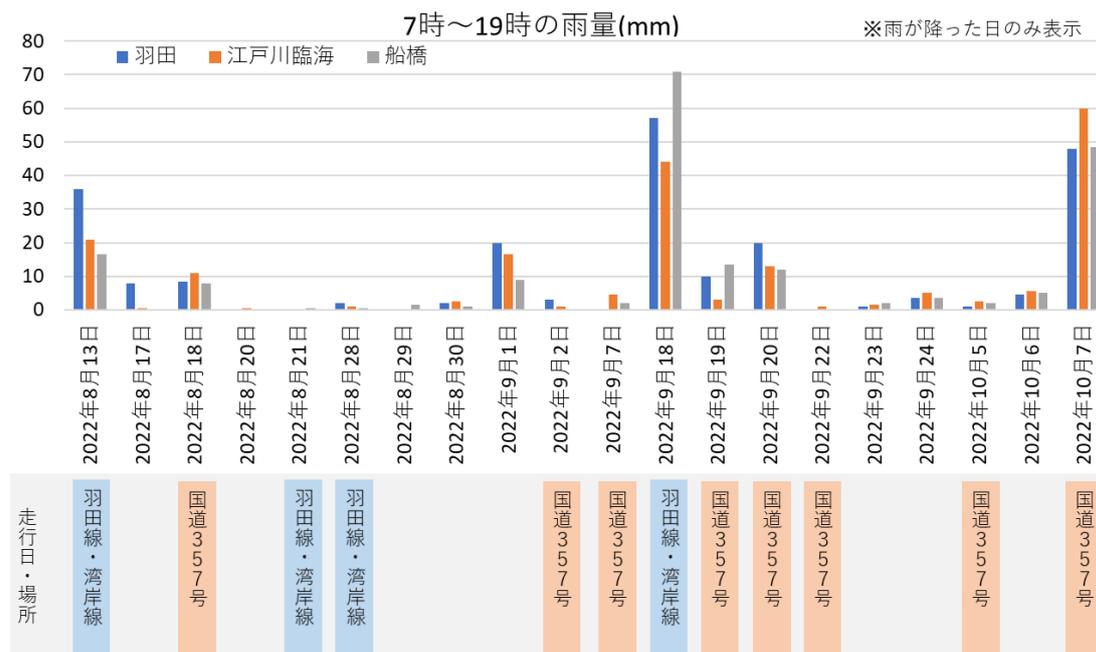
図 5-9 プローブ情報の収集範囲：【対象 2】国道 357 号区間（新木場～船橋）

(2) データ収集結果

対象 1 のデータについては、対象期間全てのデータを OEM より入手した。対象 2 については、必要データの収集のため、雨天時に走行試験を実施し、データを収集した。データを収集できた日数及び収集車両・機器を以下に示す。

表 5-2 対象 2 (実道での水膜厚さ計測) の走行データ取得日数

走行場所	降雨量区分			走行日数計
	少しでも降った	降った (5mm 以上/昼間 12h)	かなり降った (25mm 以上/昼間 12h)	
羽田線・湾岸線	3 日	2 日	2 日	4 日
国道 357 号	8 日	4 日	1 日	8 日



雨量の出典：「気象庁：過去の気象データ・ダウンロード」、を基に作成

雨量出典：気象庁：過去の気象データ・ダウンロード、を基に作成

図 5-10 走行日と昼間雨量（アメダス地点）との関係



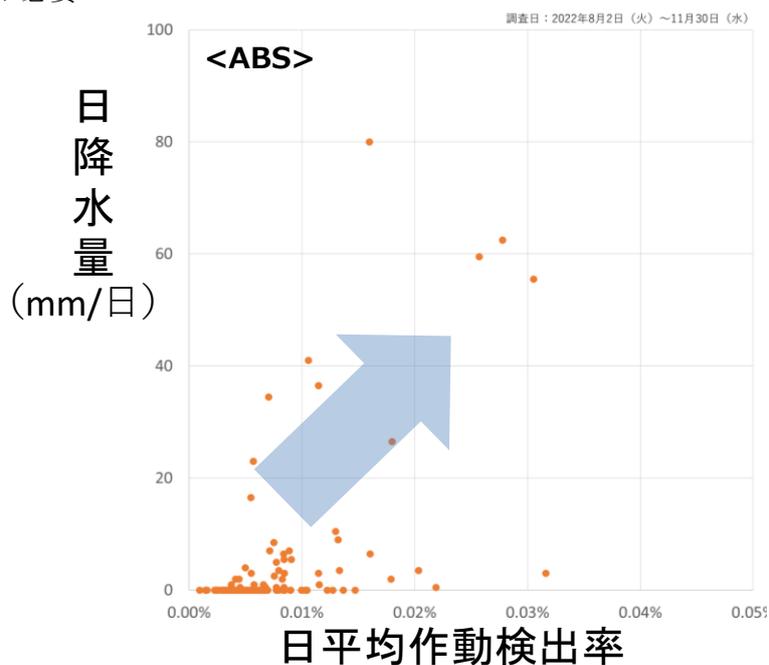
出典：受託者撮影（車両・機器の提供：住友ゴム工業株式会社）

図 5-11 水膜厚さ計測に用いた試験車両及び計測機器

(3) OEM プローブ情報を使った実証実験結果 (ABS 等) : 対象 1

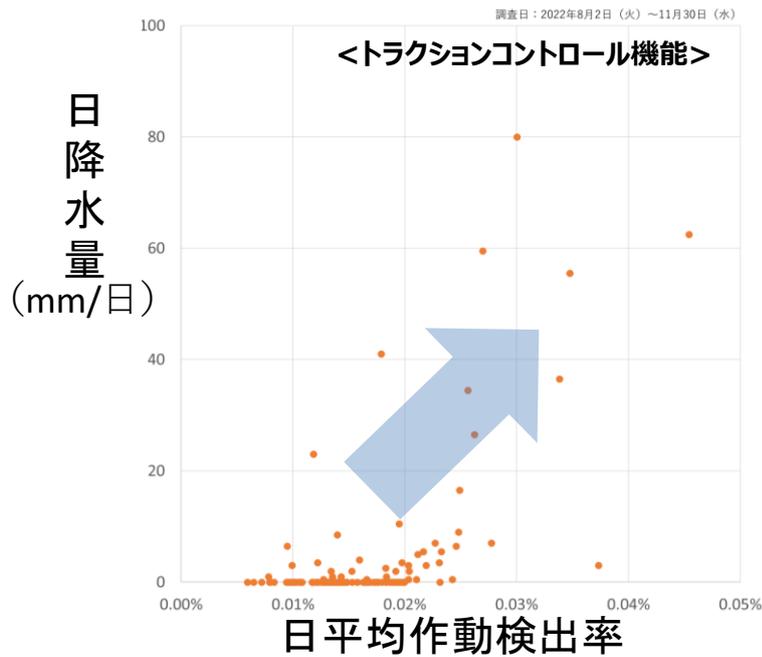
5 分間毎 100m リンク区間毎に入手した ABS およびトラクションコントロール作動情報に対する、100m リンク区間が含まれる高解像度降水ナウキャストの 250m メッシュの日降水量との関係进行分析した。日降水量が多いと ABS 等作動の検出率が高まる傾向であることが把握できた。

- ・ 一般に水膜形成状況は降水量に起因するため、ABS 等作動の検出率は路面の水膜形成状況に関係すると考えられる。
- ・ ただし、今回収集したプローブ情報のデータ収集周期では ABS 等作動の検出数が少なく、データ収集周期を短くした場合の効果等の確認が今後必要
- ・ ABS 等の収集可能なプローブ情報の仕様は OEM で異なると考えられることから、今後他の OEM についても確認が必要



・ ※集計対象期間: 2022/8/2~11/30

図 5-12 日降水量と日平均作動検出率との関係 (羽田線上路: ABS)

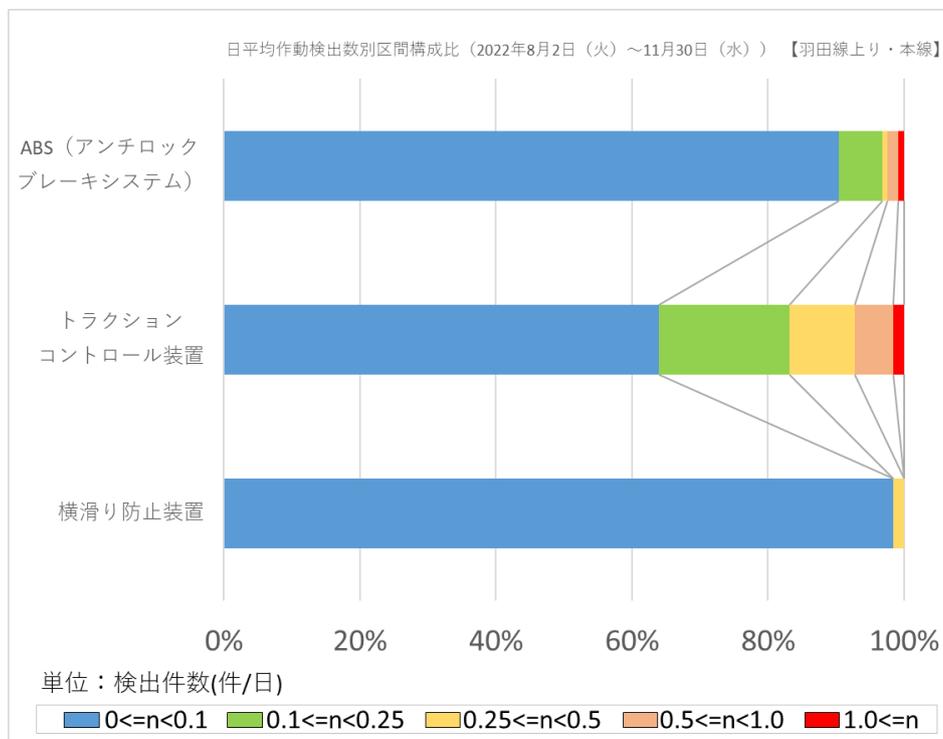


・ ※集計対象期間：2022/8/2～11/30

図 5-13 日降水量と日平均作動検出率との関係（羽田線上路：トラクションコントロール）

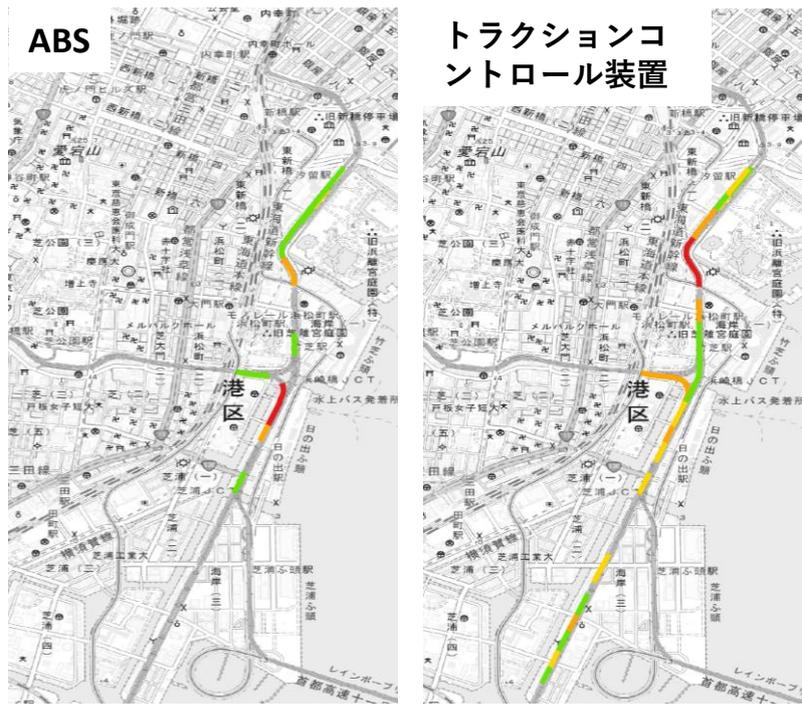
さらに、羽田線（上り）についてプローブ車両より得られる ABS 等の作動検出件数を 100mリンク毎に整理した。その結果、下記事項が把握できた。

- ・ 作動検出件数が 0.1 台/日未満である区間数割合は ABS で約9割を占める。
- ・ 検出区間としては、カーブ及びその前後区間や合流部、JCT 部において検出されやすい傾向



※調査日：2022年8月2日（火）～11月30日（水）

図 5-14 日平均作動検出件数別区間構成比：羽田線上路



※調査日：2022年8月2日（火）～11月30日（水）

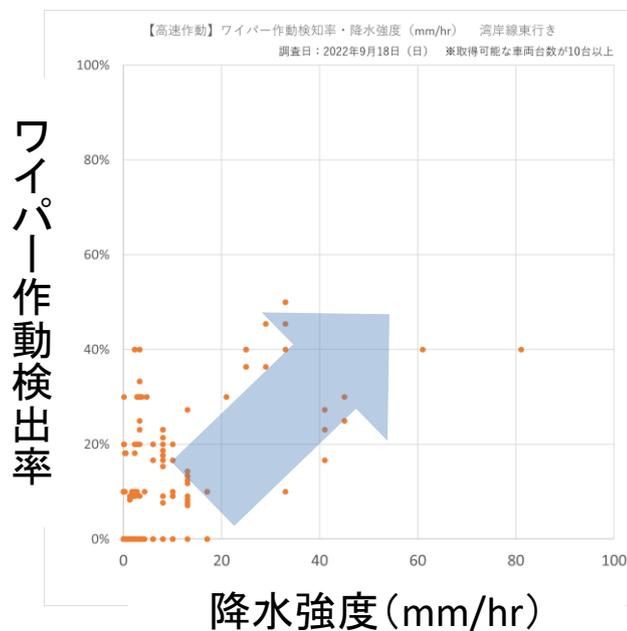
出典：地理院タイルを基に加工して作成

図 5-15 区間別日平均作動検出回数：羽田線上り

(4) OEM プローブ情報を使った実証実験結果（ワイパー）：対象 1

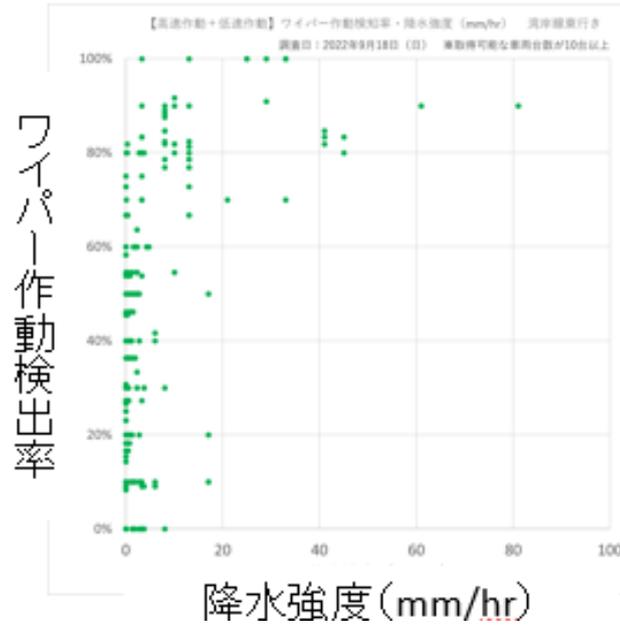
前頁と同じデータを用い、湾岸線東行き全ての 100m リンクを対象に、ワイパー作動検出率と当該リンクに対応するナウキャスト 250m メッシュの 5 分毎降水強度の関係を散布図に整理した。

ワイパーを高速作動させている車両の割合と降水強度の間に一定の相関関係が伺える。



○湾岸線東行き 2022年9月18日(日)

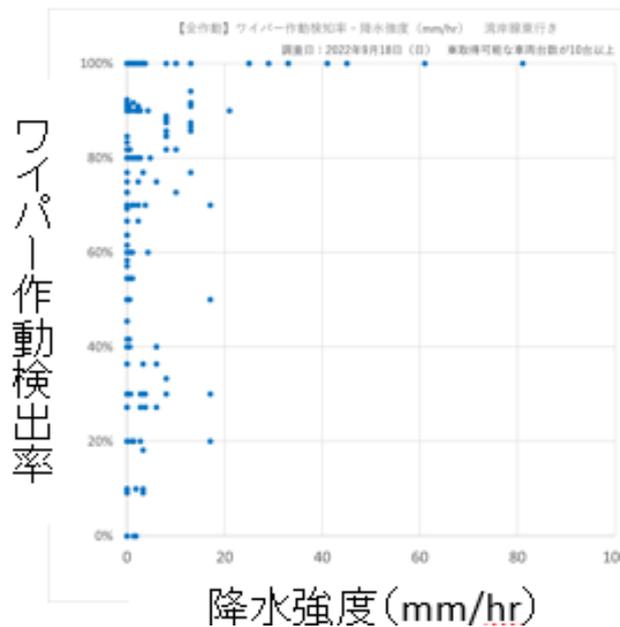
※ワイパー情報取得可能なプローブ台数が10台/5分以上の100mリンクのみプロット
図 5-16 ワイパー作動検出率(高速作動)と5分間降水強度(mm/hr)との関係(散布図)



○湾岸線東行き 2022年9月18日(日)

※ワイパー情報取得可能なプローブ台数が10台/5分以上の100mリンクのみプロット

図 5-17 ワイパー作動検出率(高速+低速作動)と5分間降水強度(mm/hr)との関係(散布図)



○湾岸線東行き 2022年9月18日(日)

※ワイパー情報取得可能なプローブ台数が10台/5分以上の100mリンクのみプロット

図 5-18 ワイパー作動検出率(全作動)と5分間降水強度(mm/hr)との関係(散布図)

(5) 評価結果のまとめ（対象1）

ABS、トラクションコントロール、横滑り防止装置、ワイパー作動情報を用いて、降水量との関係进行评估した。評価結果から、実用化の可能性に関しては下記のように考えられる。

<実用化の可能性に関する考察>

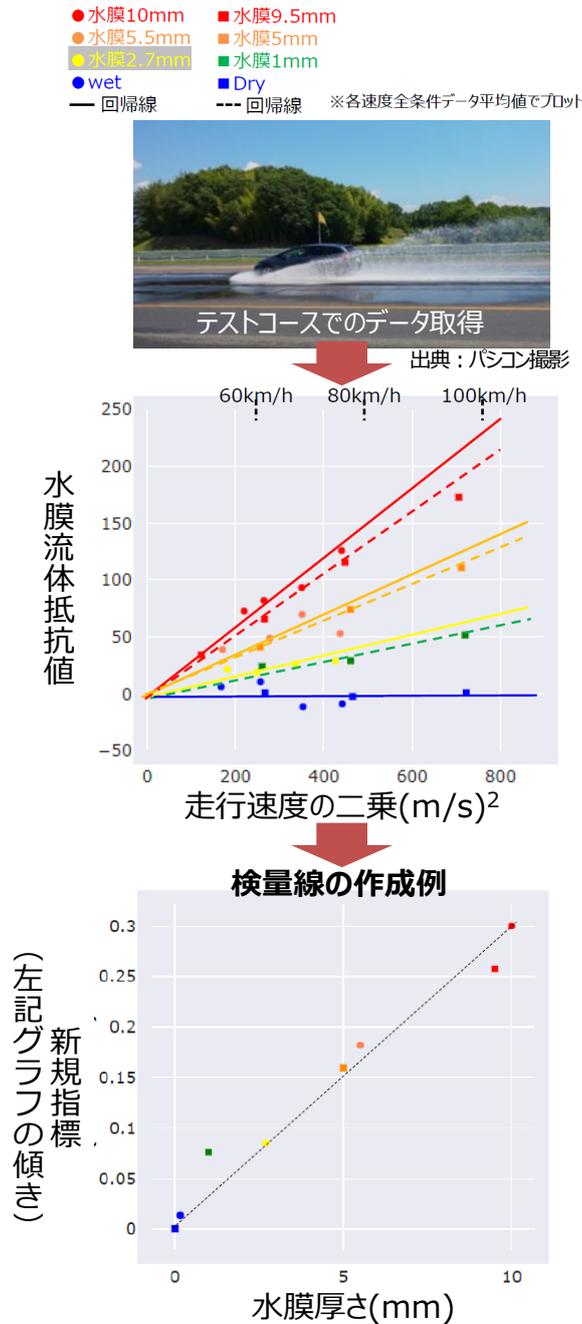
- 1) 車両制御に係るプローブ情報（ABS等）は、降雨量の多い日は発生頻度が高まることを確認。一般に水膜形成状況は降水量に起因するため、ABS等作動の検出率は路面の水膜形成状況に関係すると考えられる。
- 2) なお、現状のデータ収集周期ではABS等作動の検出数が少なく、データ収集周期を短くした場合の効果等の確認が必要である。
- 3) 業務の期間・規模の制約で、降雪、凍結時期の検証は未実施、およびOEM1社のみ車両プローブ情報による検証の為、ABS等作動のしきい値を始めとする情報仕様や精度の検証が未実施であり、今後これらの確認・検証が必要である。

(6) 水膜厚レベル検出方法の検討結果（検量線の作成）：対象2

対象2の路面グリップレベル、水膜厚のうち、路面グリップレベルはプローブ車両から得られるデータによって既に推定可能となっているデータである。そこで、本検討においては、水膜厚をプローブ車両から得られるデータを用いた推定可能性を検証した。

「水膜厚」は、「水膜による抵抗値/走行速度の二乗（以下、新規指標）」と線形関係にあり、「水膜による抵抗値」と「走行速度」により求めることが出来る（タイヤメーカーの知見に基づく）。

- ・ テストコース(水膜厚 10mm まで)での計測結果より、線形近似式(検量線)が作成できることを確認
- ・ 理論上、冠水(水膜厚 20cm など)の検出も可能と考えられる(今後検証必要)



出典：住友ゴム工業株式会社資料より抜粋

図 5-19 水膜厚さ推定のための検量線作成の手順

(7) 水膜厚の実道路での検出試行結果：対象2

(2)で示した走行調査から得られたデータから、(6)で示した方法にて水膜厚を推定した。推定した水膜厚を5分毎、100m区間単位で平均を求め、高解像度降水ナウキャストの降水強度との関係を分析した。また、試験車両に搭載していたドライブレコーダーで取得した、映像を用いて、水膜厚推定結果と実際の状況との関係を把握した。分析の結果、下記事項が把握できた。

- ・ 降雨強度が高くなると、水膜厚推定値の厚い区間が出現する傾向が見られた。
- ・ 同じ降雨強度で水膜厚推定値が異なる箇所を走行映像から確認したところ、周辺車両の水撥ね状況より水膜厚の状況に差異が見られた。したがって、水膜厚の程度に応じた検出ができていると考えられる。

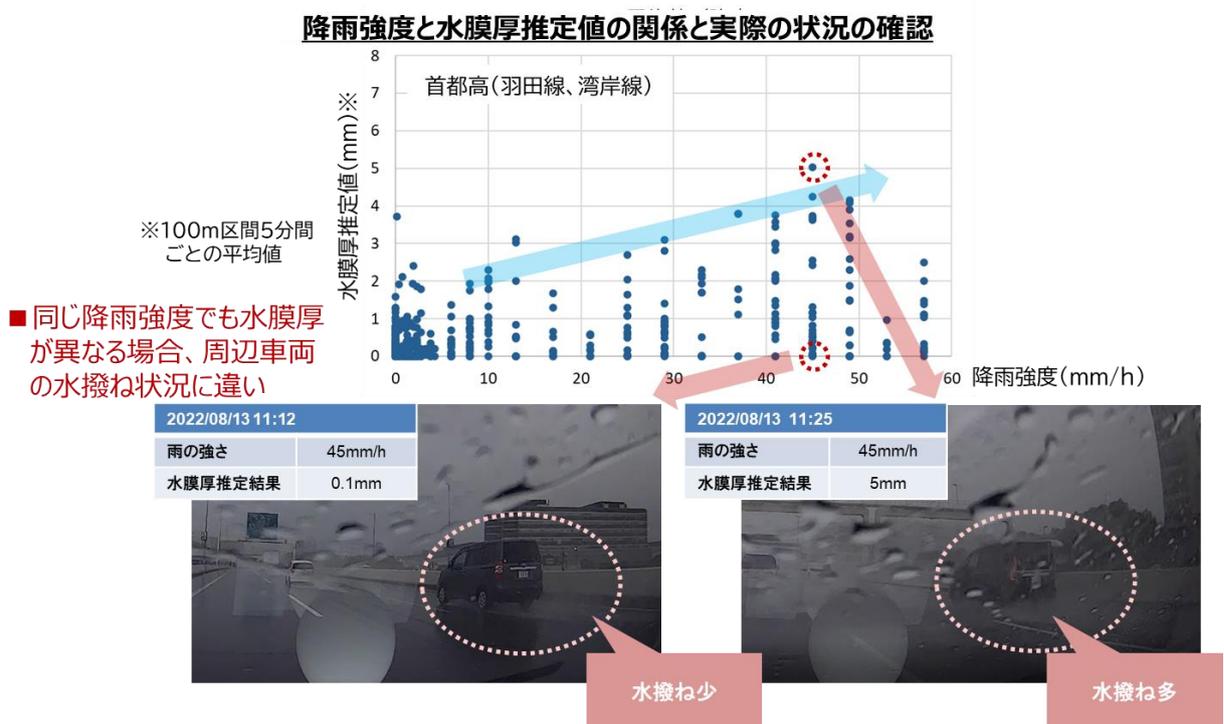


図 5-20 降雨強度と水膜厚推定値の関係と実際の状況の確認

(8) 試行結果を踏まえた水膜厚レベル検出の課題と可能性：対象2

走行調査によって求めた水膜厚の結果を見ると、検量線に基づく水膜厚推定の課題として、路面ドライ時においても1~2mmの水膜厚が推定されたり、速度が遅いと(40km/h以下)誤差が大きくなる場合がある。

上記を踏まえると、大まかな区分設定(例えば3段階)であれば水膜厚レベルの推定が可能と考えられる。

表 5-3 水膜厚さ推定における課題・検出条件と検出可能性

水膜厚さ推定における課題
・ 水膜厚さの推定が出来ない条件が存在(旋回時、ブレーキ中、ギアチェンジ中、加速度大)
・ 路面ドライ時においても、推定誤差のため、1~2mmの水膜厚さとして推定される場合がある
・ 速度が遅いと(~40km/h)誤差が大きく、ドライ時でも大きな値が出現する可能性がある



検出条件と検出可能性
【条件】 40km/h以上の速度で定常走行
【検出可能性】 例えば以下の区分で水膜厚レベルの推定が可能(3段階の場合*)
① 水膜が張っていなかった可能性がある(0~4mmの水膜厚さと推定)
② 薄く水膜が張っていた可能性がある(5~9mmの水膜厚さと推定)
③ かなり水膜が張っていた可能性がある(10mm以上の水膜厚さと推定)

※段階数や閾値は今後検証が必要

(9) 水膜厚レベル情報の生成実用化に向けた今後の残課題：対象2

検量線は現時点では車種ごとの作成が必要だが、検量線を事前に作成出来れば、水膜厚レベル情報を車両から得られるデータのみで生成することが可能である。

なお、本検討において、いくつかの条件下で検量線、「水膜厚」と、「水膜による抵抗値/走行速度の二乗（新規指標）」との関係性を分析した結果、以下の事項が明らかとなった。

- ・ 乗車人員等の荷重、タイヤの内圧、タイヤの残溝(排水性が確保されている範囲で)は影響が小さい。
- ・ ただし、車種、タイヤの種類(サマータイヤ/スタッドレスタイヤの違い)によって検量線が異なる場合がある。
- ・ 検量線の一般化のため、検量線が異なる要因の洗い出しと対応方法の検討が今後必要

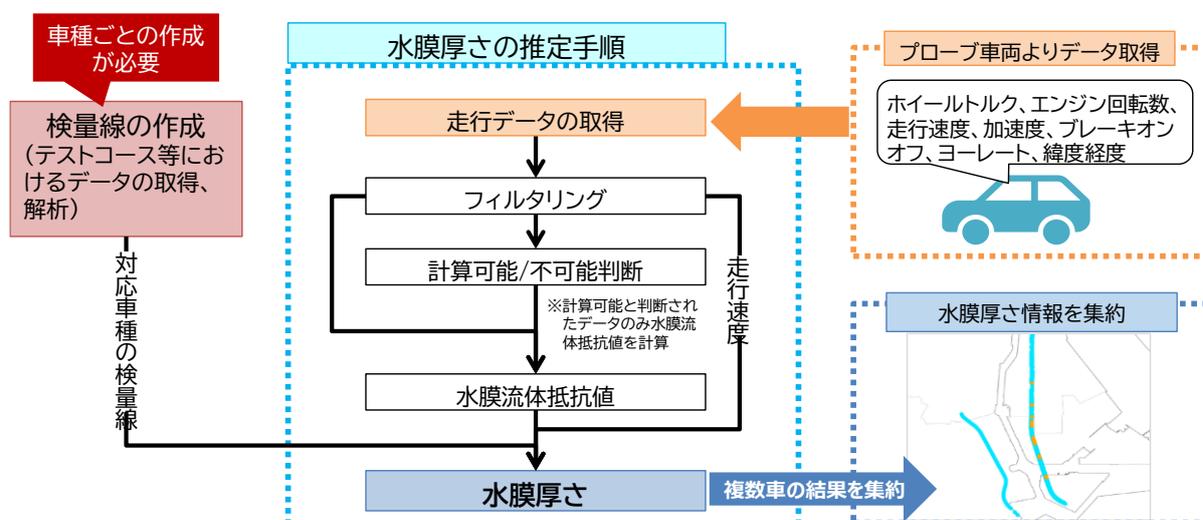


図 5-21 水膜厚さ検出の流れと利用イメージ

(10) 評価結果のまとめ（対象2）

水膜厚を求める検量線の作成の検討および、走行調査を通じた水膜厚の推定の試行から、水膜厚情報の実用化の可能性としては、下記の様に考えられる。

<実用化の可能性に関する考察>

- 1) 水膜厚レベルについては、タイヤメーカーによる走行抵抗値検知技術にて検量線を作成し、水膜厚の計測が可能であることを試験路で確認。応用することで冠水の検出も可能と考えられる。
 - 1) 実道（雨天時）での計測では、目視ではあるが水膜厚の程度に応じた検出ができていることを確認した。
 - 2) 実証実験の結果より、大まかな区分であれば水膜厚レベルの推定が可能と考えられる。しかし、低速走行で計測誤差が大きく、路面ドライ時でも数ミリの水膜厚が検出される場合がある。
 - 3) また、車種やタイヤ種類の違いにより検量線が異なる可能性があることを確認。検量線が異なる要因の洗い出しと対処方法の検討が今後必要である。

5.3 自動走行や道路維持管理への活用方法の検討

5.1、5.2 の検討を踏まえ、車両プローブデータから降雨・路面水膜状況等を把握し、自動走行や道路維持管理に活用する方法について検討し、実用化に向けた可能性についてとりまとめる。

(1) 自動走行や道路維持管理への活用方法

道路維持管理への活用方法を検討するにあたり、道路管理者（高速道路会社・国道事務所）に対するヒアリングを行った。ヒアリングにおいては、凍結・積雪把握、水膜発生状況把握、冠水箇所把握に関する、現在の方法およびそれに対するニーズや課題を把握したうえで、ニーズの対応、課題の緩和のために、車両プローブ情報等から推定される路面グリップレベル及び水膜厚の情報※を用いることが有効であるのかを確認した。有効であることが確認できた10の場面を、想定されるユースケースとして整理した（表 5-4）。

※車両プローブ情報等から推定される、路面グリップレベル、水膜厚レベルを用いて、路面の凍結・積雪、水膜発生、冠水事象について把握が可能

整理した下記ユースケースの多くは、道路維持管理上の活用が多いが、②ドライバー向けの滑り易さ情報の提供、⑩ドライバー向けの冠水情報の提供、については、ドライバーへの情報提供を行うものであるが、自動運転車両への提供も有効であることが考えられる。

表 5-4 各路面状況把握において抽出されたユースケース

	凍結・積雪把握	水膜発生状況把握	冠水箇所把握
想定されるユースケース	①通行止め判断支援 ②ドライバー向け*1の滑り易さ情報の提供 ③凍結防止剤効果持続状況のモニタリング ④凍結防止剤のきめ細かな散布への活用 ⑤凍結抑制舗装実施箇所の判断	⑥舗装劣化(水撥ね防止)優先対策箇所の把握	⑦異常冠水発生箇所の特定 ⑧冠水のリアルタイム検知(ヒートマップ等) ⑨冠水の予兆検知 ⑩ドライバー向け*1の冠水情報の提供

*1：ドライバー向けのユースケースは、自動運転・運転支援での活用可能性も考えられる

さらに、表 5-5 には、各ユースケースに対する具体的な活用方法と適用先（高速道路か一般道路か）、活用方法に用いる情報（路面グリップレベルか水膜厚か）を整理した。

表 5-5 各路面状況把握において抽出されたユースケースでの活用方法、適用先、使用情報

分類	ユースケース	活用方法	適用先		使用情報	
			高速道路	一般道	路面グリップレベル	水膜厚
凍結・積雪箇所把握	①通行止め判断支援	路面グリップ情報から異常スリップを検知、速やかに現地確認し通行止め判断を実施	-	○	○	-
	②ドライバー向け*1の滑りやすさ情報の提供	路面グリップ情報に基づく滑りやすさ情報をドライバー向けに提供	○	○	○	-
	③凍結防止剤効果持続状況のモニタリング	路面グリップ情報から、凍結防止剤の追加散布タイミング等を判断	○	○	○	-
	④凍結防止剤の蓄積された路面グリップ情報・水きめ細かな散布への活用	蓄積された路面グリップ情報・水膜厚情報、凍結防止剤散布実績から、きめ細かな散布や客観的根拠に基づく散布を実施	○	○	○	○
	⑤凍結抑制舗装実施箇所の判断	蓄積された路面グリップ情報から、凍結抑制舗装を実施すべき箇所を客観的根拠に基づき判断	○	-	○	-
水膜発生状況把握	⑥舗装劣化(水撥ね防止)優先対策箇所の把握	水膜厚情報から、水撥ね防止対策等を優先実施する箇所を判断	-	○	-	○
冠水	⑦異常発生箇所の特定	水膜厚情報から、冠水等の異常発生箇所を正確に把握し、道路管理者が的確な場所へ急行	-	○	-	○
	⑧冠水のリアルタイム検知(ヒートマップ等)	水膜厚情報から生成されるヒートマップを管理者がモニタリング、初動対応を迅速化	○	○	-	○
	⑨冠水の予兆検知	水膜厚情報から冠水の予兆を検知し、現地を早期点検し異常除去	○	○	-	○
	⑩ドライバー向け*1の冠水情報の提供	水膜厚情報から冠水情報を生成し、ドライバー向けに提供	○	○	-	○

*1：ドライバー向けのユースケースは、自動運転・運転支援での活用可能性も考えられる

表 5-6 には、ヒアリングで得られた、凍結・積雪把握、水膜発生状況把握、冠水箇所把握に関する、現状の把握方法と現状に対するニーズと課題を整理した。高速道路および一般道別、積雪・凍結および舗装劣化、冠水別に整理した。

表 5-6 ヒアリングで得られた現状及びニーズ・課題

道路	分類	現状	ニーズ・課題
高速道路	積雪・凍結	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 「凍結後」の対応ではなく、「凍結前」に凍結防止剤を散布することを重視。 ◇ パトロールは実施しているが、どうしても凍結による事故は発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 凍結防止剤散布エリア・塩分濃度を IC 区間単位でしか管理できていない。 ◇ 凍結抑制舗装の実施箇所を経験則でしか判断できていない。
	舗装劣化	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 全路線、路面性状測定車で「ひび割れ率」「轍掘れ」「IRI」を2年に1度測定、これら3指標の運用で特段問題ない。 	
	冠水	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 排水処理可能な高機能舗装Ⅱ型を全路線で採用、水膜は基本的に発生しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 局地的集中豪雨や排水目詰まり等の外部要因で、冠水が発生することは稀にある。 ◇ どこで発生するか分からず、路側カメラ映像だけで捉えることは難しい。
一般道	積雪・凍結	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 凍結防止剤を散布するが、スリップが発生することはある。 ◇ 積雪計や凍結検知器は、故障・不具合でほとんど機能していない。一部箇所で CCTV を設置しているが、スリップを把握できなかったこともある。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 積雪・凍結の発生把握が遅れることがある。 ◇ 凍結防止剤散布後の効果持続状況が分からない。 ◇ スタックや大規模滞留が近年頻発、ドライバーへの注意喚起も必要。
	舗装劣化	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 舗装点検は5年に1度。今後は路面性状測定車を活用していく。 ◇ 日常点検は約2日毎。路面状況に関する利用者通報もある。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 水膜多発箇所は路面性状異常箇所。プローブ情報から分かれば、点検の効率化や修繕計画立案に役立つかもしれない。
	冠水	<ul style="list-style-type: none"> ◇ ほぼ全路線で排水性高機能舗装を採用も、経年劣化で排水機能はほぼ失われている。轍掘れ箇所では水位10~15cm程度になることがある。 ◇ 路側センサは非設置、アンダーパス等の一部箇所に CCTV を設置している。 ◇ 台風・大雨の際は冠水多発箇所を目視巡回する。 ◇ グレーチング(金属格子蓋)にゴミ・落ち葉が溜まり、水が溜まる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 路線に沿ったヒートマップの形で水膜を把握できると良い。 ◇ 車載カメラから渋滞先頭で何が起きているのか分かると良いが、渋滞先頭(向かうべき地点)が分かるだけでも嬉しい。パト人員を現地作業に回せる。 ◇ EV利用者から、冠水時のバッテリーへの影響について苦情が入った。

(2) 実用化時に想定される機能配置の考え方と課題

対象 2 データとして取り上げた、グリップレベル及び水膜厚情報を作成するためには、プローブ車両から、作成に必要なデータの収集が必要となる。以下では必要なデータの収集方法を検討するとともに、収集方法に対する課題を整理した。

- ・ 今回検討したグリップレベルや水膜厚情報を収集して活用する場合、情報生成機能を車両側に実装するケースと、必要なプローブ情報を車両から直接、あるいは OEM 等を経由して収集し、センター側で情報生成する3つのケースが考えられる。
- ・ 課題として、車両側に実装する方法ではその普及方法、センター側に実装する方法では、必要なプローブ情報が収集できるのか、できない場合の対応方法等を、今後検討していく必要がある。

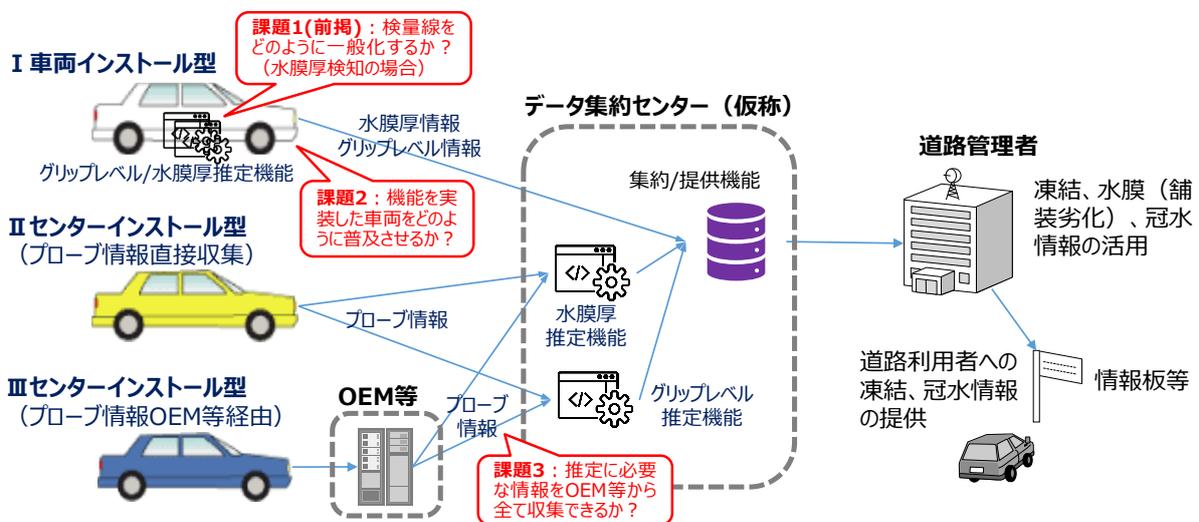


図 5-22 実用化時に想定される機能配置の考え方と課題